

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Katrin Jaansoo

**BIOSTIMULANTIDE MÕJU AED-PLOOMIPUU (*PRUNUS* x
DOMESTICA L.) SORDI 'EDINBURGH' ISTIKUTE KASVULE**

THE INFLUENCE OF BIOSTIMULANTS ON THE GROWTH OF
EUROPEAN PLUM (*PRUNUS* x *DOMESTICA* L.) CV.
'EDINBURGH' YOUNG PLANTS

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: dotsent Leila Mainla, *Ph.D*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu, 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Katrin Jaansoo		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Biostimulantide mõju aed-ploomipuu (<i>Prunus x domestica</i> L.) sordi 'Edinburgh' istikute kasvule			
Lehekülgi: 51	Jooniseid: 14	Tabeleid: 4	Lisasid: 1
Osakond: Aiandus			
Uurimisvaldkond: 1.6 Põllumajandusteadus, aiandus			
Juhendaja: Leila Mainla, <i>PhD</i>			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Biostimulandid on erinevad loodusliku päritolu ja koostisega bioaktiivsed ühendid, mis soodustavad taimede kasvu ja aitavad parandada neis toimuvaid füsioloogilisi protsesse. Biostimulaatorite tootjaid on maailmas palju ning üha rohkem levib nende kasutamine nii iluaianduses kui ka mahepõllumajanduses.</p> <p>Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada biostimulantide Humistar, Radifarm, TrianumP ja RuterAA mõju haralisele ploomipuule (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) poogitud aed-ploomipuu (<i>Prunus x domestica</i> L.) sordi 'Edinburgh' poogendi kasvule esimesel aastal peale pookimist.</p> <p>Katsetulemustest selgus, et biostimulantide mõju poogendi kasvule varieerus kasvuperioodi jooksul ja olenes konkreetsest preparaadist. Neljast kasutatud biostimulandist suurendas oluliselt poogendi jämedust, lehtede SPAD-näitu ja soodustas poogendi kasvu vaid TrianumP. Kõik kasutatud preparaadid vähendasid oluliselt substraadi elektrijuhtivust.</p> <p>Biostimulantide mõju taime mineraalelementide omastamisele: TrianumP suurendas lehtede N-sisaldust; kõik kasutatud preparaadid suurendasid lehtede P-, K-, ja Ca-sisaldust. Humistar, Radifarm ja RuterAA vähendasid lehtede N-sisaldust. Radifarm vähendas lehtede Mg-sisaldust.</p> <p>Biostimulantide mõju juurestikule: TrianumP, Humistar ja Radifarm soodustasid taimede juurte kasvu. RuterAA mõjus juurte kasvule negatiivselt.</p> <p>Töö käigus kogutud andmete põhjal võib aed-ploomipuu sordi 'Edinburgh' istikute kasvu soodustamiseks soovitada preparaati TrianumP.</p>			
Märksõnad: biostimulant, SPAD, toiteelemendid, aed-ploomipuu			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu, 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Katrin Jaansoo		Curriculum: Horticulture	
Title: The Influence of Biostimulants on the Growth of European Plum (<i>Prunus x domestica</i> L.) cv. 'Edinburgh' Young Plants			
Pages: 51	Figures: 14	Tables: 4	Appendixes: 1
Department: Horticulture Field of research: 1.6 agriculture, horticulture Supervisor: Leila Mainla, <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2021			
<p>Biostimulants are various bioactive compounds of natural origin and composition that promote plant growth and influence their physiological processes. There are many producers of biostimulants worldwide and biostimulants are used more and more often both in horticulture and organic farming.</p> <p>The aim of this study was to investigate the effect of the biostimulants Humistar, Radifarm, TrianumP and RuterAA on the growth of European plum (<i>Prunus x domestica</i> L.) cultivar 'Edinburgh' young plants.</p> <p>The experimental results showed that the effect of biostimulants on the growth of plants varied during the growth period and depended on the specific substance. Of the four biostimulants used, only TrianumP significantly increased graft thickness, leaf SPAD readings, and promoted graft growth. All used biostimulants reduced the electrical conductivity of the substrate.</p> <p>The effect of biostimulants on mineral uptake: TrianumP increased leaf N content; all biostimulants increased leaf P, K, and Ca content. Humistar, Radifarm and RuterAA reduced leaf N content. Radifarm reduced leaf Mg content.</p> <p>The effect of biostimulants on roots: TrianumP, Humistar and Radifarm promoted root growth, but RuterAA had a negative effect on root growth.</p> <p>Based on the data collected during the research, TrianumP can be recommended to promote growth of the European plum (<i>Prunus x domestica</i> L.) cultivar 'Edinburgh' young plants.</p>			
Keywords: biostimulants, SPAD, mineral nutrients, <i>Prunus x domestica</i> L.			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	6
1. BIOSTIMULANTIDE KLASSIFIKATSIOON	8
1.1. Humiin- ja fulvohapped.....	9
1.2. Aminohapped.....	11
1.3. Merevetikaekstraktid	11
1.4. Kasulikud mikroorganismid	12
2. BIOSTIMULANTIDE MÕJU PUITUNUD TAIMEDE KASVULE	14
3. AED-PLOOMIPUU KASVUNÕUDED	17
4. MATERJAL JA METOODIKA	19
4.1. Katse iseloomustus	19
4.2. Katses kasutatud preparaadid ja taimne materjal	20
4.3. Teostatud vaatlused ja biokeemilised analüüsid	22
4.4. Kasvuhoone ja substraadi temperatuur	24
4.5. Andmetöötlus	26
5. TULEMUSED.....	27
5.1. Poogendi kõrgus	27
5.2. Poogendi jämedus	29
5.3. SPAD-näit	30
5.4. Substraadi elektrijuhtivus	33
5.5. Lehtede mineraalelementide sisaldus	35
5.6. Juured	36
6. ARUTELU	38
KOKKUVÕTE.....	43

KASUTATUD KIRJANDUS	45
Lisad.....	51

SISSEJUHATUS

Biostimulandid on bioaktiivsed erineva loodusliku päritolu ja koostisega ühendid, mis soodustavad taimede kasvu ja aitavad parandada taimedes toimuvaid füsioloogilisi protsesse (du Jardin 2015). Biostimulantide tootjaid on maailmas palju ning üha rohkem levib nende kasutamine nii iluaianuses kui ka mahepõllumajanduses. Ka Eestis on müügil järjest rohkem erinevaid biostimulante. Tegemist on küllaltki uudsete preparaatidega, mis ei ole otseselt ei väetised ega ka taimekaitsevahendid, vaid hoopis midagi nende vahepealset. Seetõttu on biostimulantidega seotud mitmeidki „halle alasid“ hoolimata sellest, et neis nähakse head loodussõbralikku tulevikuperspektiivi mahepõllumajanduses.

Taimekasvatuses pööratakse järjest enam tähelepanu taimede toitumist stimuleerivate looduslikku päritolu preparaatide kasutamisele ja nende toimele. Eesti Maaülikoolis on varasemalt uuritud biostimulantide mõju näiteks sibulale (Pulk 2015), pelargoonile (Valgemäe 2019), söögipeedi ja porgandi saagikusele ning saagi kvaliteedile (Männama 2017) ja amellastrile (Peterson 2020). Puitunud taimede osas on katseid läbi viidud viirpuude (Välk 2019) ja ploomipuudega (Moora 2020). Uuringutes on kasutatud erinevate tootjate preparaate, näiteks Amalgerol, Delfan Plus, Fylloton, Allgrow, Humistar, TrianumP jne ning katsete tulemused on olnud samuti erinevad. Näiteks sibulatega tehtud katse (Pulk 2015) tulemusel selgus, et biostimulantide Amalgerol, Delfan Plus ja Fylloton kasutamisel oli saagis rohkem suuremaid sibulaid ning suurem oli ka ühe kaubandusliku sibula mass. Pelargoonidega läbiviidud katses (Valgemäe 2019) varieerusid tulemused vastavalt preparaadile: biostimulant Allgrow'ga kastmine suurendas pelargooni kasvu ning õitsemist, kuid näiteks Fyllotoniga kastetud taimede puhul harunesid puhmikud vähem ja neil oli vähem õisikuid ning lehti. Söögipeedi ning porgandit hõlmavas uuringus (Männama 2017) tõdeti, et üks tõstatatud hüpoteesidest – biostimulandid suurendavad söögipeedi ja porgandi saagikust – ei saanud kinnitust. Saagi kvaliteedi osas leiti, et porgandi fosforisisaldus suurenes preparaat Humistariga kastes. Peterson (2020) uuris biostimulantide mõju amellastri kasvule ning selle tulemused olid väga positiivsed. Kõik preparaadid, mis uuringus kasutusel olid (Basfoliar Aktiv, Delfan Plus ja Allgrow), aitasid oluliselt kaasa taimede kasvule ning õiepungade ja õite tekkele. Viirpuude uuringus (Välk 2019) katsetati preparaatide Humistar, TrianumP,

Radifarm ja RuterAA-ga kastmise mõju ning selgus, et biostimulantide mõju poogendi kasvule oli varieeruv ning esines ka lausa kasvu pärssivat toimet. Küll aga suurenes istikute Ca, N ja K omastamine substraadist. Samu preparaate kasutati ka 2019. aasta suvel läbiviidud uuringus aed-ploomipuu istikutega (Moora 2020). Töös selgus, et biostimulantidega kastmine üldiselt soodustas aed-ploomipuu poogendi kasvu, kuid toime varieerus vastavalt preparaadile ja selle toimeainele. Seejuures andsid preparaadid RuterAA ja TrianumP kokkuvõttes kõige paremaid tulemusi.

Ainuüksi eelneva katsete loetelu lühikirjelduste põhjal on võimalik üldistatult tõdeda, et biostimulantide mõju varieerub olenedes preparaadist, kasvatatavast kultuurist ja konkreetsetest kasvutingimustest. Seetõttu on biopreparaatide toime analüüsimiseks ning mitmesugustes tingimustes tundmaõppimiseks tarvis jätkata erinevate teaduskatsetega.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada biostimulantide Humistar, Radifarm, TrianumP ja RuterAA mõju haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.) poogitud aed-ploomipuu (*Prunus x domestica* L.) sordi 'Edinburgh' poogendi kasvule esimesel aastal peale pookimist.

Püstitati järgmine hüpotees: biostimulantidega kastmine soodustab taimede kasvu, juurte arengut ja toitainete omastamist substraadist.

Soovin tänada oma lõputöö juhendajat dotsent Leila Mainlat käesolevale uurimistööle kaasa aitamise eest ning Tiit Juhanit, kelle ettevõttes, Juhani Puukool, katse läbi viidi. Katse toimus aianduse innovatsiooniklastri projekti "Ilutaimed: ilutaimede kasvu parandamine biostimulantidega" raames, mida rahastas Eesti maaelu arengukava (2014-2020).

1. BIOSTIMULANTIDE KLASSIFIKATSIOON

2019. aasta suvel võttis Euroopa Parlament vastu uue versiooni määrusest, millega kehtestatakse muuhulgas Euroopa Liidu (EL) väetisetoodete turul kättesaadavaks tegemise nõuded (Euroopa Liidu Teataja 2019). See peaks jõustuma aastaks 2022 ning hõlmab kõiki väetiste tüüpe, kaasa arvatud mineraalseid väetisi ja biostimulante. Dokumendis tuuakse välja, et oma olemuselt on biostimulandid lähemal väetisetoodetele ja mitte enamikule taimekaitsevahendite kategooriatele. Määrusesse lisati mõiste „taime biostimulaator“ ja selle definitsioon: toode, mis stimuleerib taimede toitainete omastamise protsessi sõltumata toote toitainete sisaldusest ja mille eesmärk on parandada taime või taime risosfääri ühte või mitut järgmist omadust: toitainete kasutamise tõhusus; vastupidavus abiootilisele stressile; kvaliteedinäitajad; toitainete kättesaadavus mullas või risosfääris.

Biostimulandid jagatakse määruse muudatuse kohaselt mikroobseteks ja mittemikroobseteks (*Ibid.*). Mikroobsed taimede biostimulaatorid sisaldavad mikroorganismi või mikroorganismide rühma *Azotobacter* spp. (asotobakterid), *Mycorrhizal fungi* (mükoriisa seened), *Rhizobium* spp. (mügarbakterite perekond), *Azospirillum* spp. (*Azospirillum* perekonna bakterid). Mittemikroobsed taimede biostimulandid on omakorda kõik teised preparaadid, mis mikroobse biostimulaatori klassifikatsiooni alla ei kuulu. Tuuakse välja ka saasteainete piirnormid, mis võivad taimede biostimulaatorites olla: nt Cd või Hg sisaldus (mg kuivaine kg kohta). Mikroobsetele taimede biostimulaatoritele on seatud aga teatud haigusetekiitajate piirnormid: nt *Salmonella* spp esinemine proovides.

Eesti Taimekasvatuse Instituudi ettekandes on kokkuvõtvalt kirjeldatud, et biostimulaatorid on loodusliku päritoluga erinevad eluspreparaadid (bakterid jt mikroorganismid), huumuspreparaadid, vetikapreparaadid, looduslikud mineraalid, mükoriisa- ja segupreparaadid ning maheviljeluses kasutuseks peab neil toodetel olemas olema mahesertifikaat (Kangor 2019). Biopreparaadid aitavad taimedel toime tulla ebasobivate keskkonnatingimustega, nagu näiteks kuivus, pinnase sooldumine või kasvuks mitte optimaalsed õhutemperatuurid (Van Oosten *et al.* 2017).

Kuigi biostimulantide klassifikatsioone on mõnevõrra erinevaid, jaotatakse neid teaduskirjanduses toimeainete järgi tavaliselt 4 peamisesse rühma:

- Humiin- ja fulvohapped;
- Aminohapped;
- Merevetikaekstraktid;
- Taimede kasvu soodustavad mikroorganismid (kasulikud bakterid ja seened).

Biostimulantide klassifitseerimise teeb keerukaks nende mitmekesisus ja mõjude varieeruvus. Näiteks humiinhapped suurendavad taime toitainete omastamise võimet, merevetikaekstraktid aga parandavad taimekudede mineraalset koostist (du Jardin 2015). Müügil on paljude tootjate erineva koostise ja toimeainete rõhuasetusega tooteid ning nende ühtsetel alustel võrdlemine on keeruline.

Omaette biostimulantide rühmana loetakse näiteks kitosaani, mida toodetakse kitiinist, mis on putukate ja koorikloomade kestade põhiline koostisosa (Pichyangkura ja Chadchawan 2015). Kitosaanil põhinevaid materjale kasutatakse mitmes valdkonnas, sh põllumajanduses ja aianduses taimede kasvu stimuleerimiseks ning abiootilise stressitaluvuse ja patogeenide resistentsuse tõstmiseks.

1.1. Humiin- ja fulvohapped

Humiinained on pinnase orgaanilise aine loomulikud koostisosad, mis pärinevad taimsetest ja loomsetest lagunemisjääkidest. Seega on nad tihedas seoses substraadis oleva orgaanilise aine, mikroobide ja taimejuurte koosmõjuga (du Jardin 2015). Orgaaniline aine koosneb 60-70% humiainetest (Akladiou ja Mohamed 2018). Humiainete abil taime kasvu soodustavad mehhanismid on näiteks rakumembraani läbilaskvuse suurenemine, fotosünteesi, hingamise ja hapniku omastamise suurendamine, fosfori omastamise paranemine jne (Russo ja Berlyn 1990). Humiinhapete otsene mõju seisneb taimekudede kaudu ainete omastamise toetamisel. Humiinhape toimib ka hormoonide allikana, nii et see aitab omakorda suurendada taime kasvu (Cerozi 2020). Humiinained on näiteks ka turba oluline koostisosa (Van Oosten *et al.* 2017).

Humiinained aitavad stabiliseerida substraadi struktuuri ja suurendada selle veehoiuvõimet (Paunović *et al.* 2013). Huumusainete veehoiuvõime on seitse korda nende enda mahust suurem, seega on neil suurem veemahutavus kui savil. Pinnase ülemistes kihtidesse seotud vesi võimaldab taimejuurtel toitaineid kiiremini kätte saada (Wright ja Lenssen 2013). Humiinaid jaotatakse nende molekulmassi ja lahustuvuse alusel humiinideks, humiinhapeteks ja fulvohapeteks (du Jardin 2015). Humiinhape sadestub madala pH korral, aga fulvohape mitte (Suh *et al.* 2014).

Fulvohapped tõstavad taimede põuakindlust, aitavad kaasa taimede toitainete omastamisele, stabiliseerivad pinnase pH-d ja vähendavad lämmastikväetise leostumist (Suh *et al.* 2014). Tavaliselt kasutatakse fulvohappeid substraadi kastmisel, aga ka lehekaudu väetamisel. Akvapoonilistes süsteemides aitavad fulvohapped taimejuurtel rauda paremini kätte saada ja takistavad seeläbi rauapuuduse tekkimist (Cerozi 2020).

Akladius ja Mohamed (2018) uurisid oma katses humiinhapete kasutamise mõju paprikataimede kasvule ja vilja saagikvaliteedile soolastressi tingimustes. Selgus, et humiinhappe kasutamine tõi kaasa taimede kasvuparameetrite, fotosünteesivate pigmentide, mineraalide ja mitteensümaatiliste antioksüdantide sisalduse olulise suurenemise. Tõusis ka viljade antioksüdantide sisaldus ning paranes viljade kvaliteet. Aşik *et al.* (2009) nisutaimedega tehtud katses leiti, et taimede lehekaudu väetamine erinevas kontsentratsioonis humiinhappeid sisaldavate preparaatidega suurendas P, K, Mg, Na, Cu ja Zn omastamist, kuid olulist statistilist mõju teiste toiteelementide osas ei leitud. Huertas Tavares *et al.* (2019) uurisid riisitaimede humiinhapetega eeltöötlemise mõju ja leidsid, et katse tulemusena suurenes taimede värske mass ja N omastamine nii NO₃ (nitraat) kui ka NH₄ (ammoonium) vormis. Kui eelnevalt humiinhapetega töödeldud taimedele anti veel lisaks juurde suur kogus ammooniumi (NH₄), suurenes küll N omastamine, kuid see muutus teatud piirist alates taimedele toksiliseks ning nende värske mass vähenes.

1.2. Aminohapped

Aminohapped on proteiinide põhikoostisosad. Peamiste aminohapete hulgas on näiteksalaniin, arginiin, glütsiin, proliin, leutsiin ja valiin (Calvo *et al.* 2014). Taimede lämmastiku metabolism on reguleeritud kättesaadava lämmastiku hulgaga ning sellega, kui palju lämmastikku taimel hetkel elutegevuseks tarvis on. Taimede kasv sõltub suuresti keskkonnafaktoritest, mis võivad väga kiiresti muutuda (toitainete kättesaadavus, valguse intensiivsus, temperatuur jne), seega peavad taimed olema võimelised oma metaboolseid protsesse kohandama vastavalt olukorrale. Mitmeid lämmastikutarbimise protsesse mõjutavad just aminohapped ja amiidid, sest aminohapped reguleerivad NO₃ ja NH₄ omastamist (Barneix ja Causin 1996).

Ühes tomatitega tehtud katses kasutati biostimulanti Megafol, mis sisaldas taime- ja vetikaekstraktidest pärit vitamiine, aminohappeid ja proteiine (Petrozza *et al.* 2014). Preparaadiga töödeldi põuatingimustes kasvatatavaid tomateid ning selle tulemusena aktiveerusid taimede põuale reageerivad geenid. Tomatitaimedel oli seeläbi suurem värske mass ning kõrgem suhteline niiskusesisaldus. Kocira (2019) läbiviidud katses kasutati biostimulanti, mille koostisest 20% moodustasid aminohapped. Preparaadiga töödeldi (kasutati nii lehekaudu väetamist kui ka substraadi kastmist) sojaoa taimi ning uuringu tulemusena oli biostimulandiga töödeldud katsevariandis võrreldes kontrollvariandiga kolmandiku võrra rohkem kaunu ja taimed peaaegu 40% kõrgemad. Seega aitavad aminohapped taimedel toitaineid kergemini omastada ning ka toime tulla ebasobivate kasvutingimustega.

1.3. Merevetikaekstraktid

Makrovetikaid on orgaanilise väetisena kasutatud aastatuhandeid ning tänapäeval müüdavatest preparaatidest on suurem osa tehtud pruunvetika (*Ascophyllum nodosum*) baasil (Van Oosten *et al.* 2017). Pruunvetikate ekstrakte kasutatakse aianduses peamiselt nende taimede kasvu soodustava ning abiootilist stressi (näiteks soolsus, äärmuslikud temperatuurid, toitainete puudus, põud) leevendava mõju tõttu. Ekstraktide koostisesse kuuluvad

polüsahhariidid, rasvhapped, fütohormoonid ja mineraalained, mis on isegi väikestes kontsentratsioonides võimelised indutseerima taimedes mitmesuguseid füsioloogilisi reaktsioone, nt kasv, õitsemise ja saagikuse paranemine, viljade parem toiteväärtus, pikem säilivusaeg jne. Tavaliselt sisaldavad pruunvetikatest valmistatud preparaadid erinevaid mitteorgaanilisi ja orgaanilisi ühendeid, näiteks N, P, K, aga ka polüsahhariide (üks peamisi koostisosasid merevetikaekstraktides), fütohormoone (tsütokiniinid, auksiinid, giberelliinid jne). Samuti on need ekstraktid fenoolsete ühendite rikkad. Nad võivad mõju avaldada ka taimejuurte arengule, hõlbustades toitainete tõhusamat omastamist (Battacharyya *et al.* 2015). Võrreldes humiainetega, on merevetikates siiski vähe toitaineid ning nende üksi kasutamine mineraalväetise koguse vähendamise eesmärgil pole piisavalt efektiivne (Stewart-Wade 2020).

Makrovetikaid korjatakse tavaliselt meredest ja ookeanidest, mille keskkonnaseisund avaldab omakorda mõju tooraine keemilisele koostisele ja kvaliteedile. Seetõttu on preparaatide standardiseerimine küllaltki keeruline (Rouphael ja Colla 2020). Merevetikaekstraktide kvaliteet ja mõju sõltub lisaks ka tooraineks valitud vetikaliigist, ekstraktsiooniprotsessidest ja nende tingimustest, koostisosade erinevustest, keemilistest säilitusainetest ja nende mõjust (Rengasamy *et al.* 2016). Ka Van Oosten *et al.* (2017) on märkinud, et erinevate tootjate preparaadid võivad olla varieeruva koostisega. Vetikatest valmistatud preparaate müüakse nii tahkena (graanulid, pulbrid) kui ka lahusena. Stewart-Wade (2020) soovib lahuse kujul ekstrakte just konteinerites kasvatatavate taimede jaoks, sest siis on preparaadi mõju kiirem.

1.4. Kasulikud mikroorganismid

Taimede sümbioosi erinevate mikroorganismidega, mis on võimelised adapteeruma keeruliste kasvutingimustega, loetakse samuti biostimulaatorite valdkonda kuuluvaks. Sellised bioväetised aitavad taimedel mullast toitaineid omastada ja lisavad sümbiootilise ning asümbiootilise N₂ fikseerimise teel mulda lämmastikku. Perekondade *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* ja *Serratia* bakteritüvesid nimetatakse taimekasvu soodustavateks risobakteriteks ning neid kasutatakse taimekasvatuses küllaltki laialdaselt (Karlidag *et al.* 2007). Seejuures on toimetehhanismidena täheldatud taime kasvu

mõjutavate regulaatorite auksiini, tsütokiniini ja giberelliini sünteesimist risobakterite toel. Risosfääris leiduvad kasulikud bakterid aitavad orgaanilisi ja anorgaanilisi lahustuvaid ühendeid muuta taimedele omastatavateks ja seeläbi mõjutada taimede vegetatiivset kasvu (Karlidag *et al.* 2007). Desoky *et al.* (2020) uuring näitas, et substraadi liigne soolsus suurendas selles olevate Na^+ ionide hulka ja oksüdatiivse stressi biomarkereid ning pärssis füsiokeemilisi protsesse, mis omakorda vähendas nisutaimede kasvu ja saagikust. Kui aga nisutaimede risosfääri lisati halotolerantseid risobaktereid (nt *Bacillus cereus*, *Serratia marcescens*, või *Pseudomonas aeruginosa*), oli märgata nn soolsusstressi vähenemist ning taimede kasvu paranemist. Taimede füsiokeemilised tunnused paranesid, samuti nende Na^+ ja K^+ ionide omastamise selektiivsus: Na^+ omastati vähem, K^+ aga rohkem.

Üha rohkem leiavad kasutust *Trichoderma* perekonna seentel baseeruvad biostimulandid, sest lisaks põllukultuuride tootlikkuse parandamisele ning toiteväärtuse tõstmisele aitavad nad kaasa taime stressitaluvuse tõstmisele ja taimede patogeenide ning kahjurite resistentsuse suurendamisele (Fiorentino *et al.* 2018). Katses töödeldi jääsalati ja rukola taimi *Trichoderma* seene tüvedega ning töödeldud taimedel oli uuringu tulemusena võrreldes kontrollvariandiga (ilma N väetamata) kõrgem saagikus. Kõige suurem kaubanduslik saagikus oli jääsalatil, kus taimi oli väetatud optimaalse N kogusega ja kuhu oli lisatud *Trichoderma* seene tüvesid. Tõdeti, et biostimulantide mõju toitainete omastamisele ja saagikusele oli siiski kultuuri-spetsiifiline, st jääsalati puhul oli biostimulantide mõju suurem võrreldes rukolaga. Rõhutati, et tulemused on kompleksed ning neid ei saa üldistada kõikidele lehtköögiviljadele.

Arbuskulaarne mükoriisa suurendab taimede toitainete omastamist, seda eriti P ja mitmete fosfortoitumisega seotud mikroelementide puhul. Selline sümbioos esineb praktiliselt kõigil viljapuu liikidel ning taimedele on see eriti kasulik füsioloogilise stressi korral - näiteks kui taim on just ümber istutatud, kui on tegemist toitainete puuduse, põuatingimuste, substraadi soolsusega või kui taimi ründavad kahjurid ja haigused (Calvet *et al.* 2004).

2. BIOSTIMULANTIDE MÕJU PUITUNUD TAIMEDE KASVULE

Biostimulantide mõju ei saa üldistada kõikidele kultuuridele ühtemoodi. Preparaatide mõju kõiki aspekte puitunud taimedele ja puuviljakultuuridele on raske võrrelda näiteks kasvuhoones kasvatatavate üheaastaste kultuuride, dekoratiivtaimede või köögiviljadega. Ka kontrollitud keskkonnatingimused kasvuhoones võivad avaldada biostimulantide toimele oma mõju (nt kõrgem keskmine õhuniiskus ja temperatuur).

Üks põhjuseid, miks erinevaid biostimulantidega tehtud katseid on raske puitunud taimedele üldistada või nendega võrrelda, on taimede mitmeaastane kasv. Näiteks viljapuude juuri, tüve ja oksi mõjutavad muutuvad keskkonnatingimused palju pikema aja jooksul võrreldes rohhtaimega (Basile *et al.* 2020).

Biopreparaatide toime on seotud mitmesuguste mehhanismidega, mis mõjutavad taime biokeemiat ja füsioloogiat, näiteks:

- toitainete parem omastavus, mis on tingitud tugevamast juurekavast (suurem juurte biomass, pikkus, maht ja harunevus);
- fotosünteesi suurem efektiivsus;
- parem vee efektiivne kasutamine (vähenenud hingamine ja parem juurte ning võrsete tasakaal);
- kasulikud mikroorganismid taime juurte piirkonnas jne. (*Ibid.*)

Biostimulantide mõju puitunud taimedele uuritakse üha rohkem. Näiteks *Ascophyllum nodosum* vetikaekstrakt vähendas noorte apelsinitaimede substraadi kuivusest tulenevat stressi (Spann ja Little 2011). Häid tulemusi on saadud ka arbuskulaarsete mükoriisaseente kasutamisel nii pontsiruse (*Citrus trifoliata* L.) (Chen *et al.* 2017) kui ka noorte aed-õunapuudega (*Malus domestica* Borkh.) tehtud katsetes (Yang *et al.* 2014). Taimekasvu soodustavad risobaktereid sisaldavad biostimulandid on olnud positiivse mõjuga poogendi vegetatiivsele kasvule hapu kirsipuuga (*Prunus cerasus* L.) (Arikan ja Pirlak 2016) ja aedploomipuuga (*Prunus x domestica* L.) tehtud katsetes (Karakurt *et al.* 2010).

Puitunud taimede ja biostimulaatoritega tehtud uuringuid on veelgi. Näiteks Karlidag *et al.* (2007) katsetasid oma uuringus *Bacillus* ja *Microbacterium* perekonna bakterite tüvesid ja uurisid nende mõju aed-õunapuu (*Malus domestica* Borkh.) sordi 'Granny Smith' saagikusele, kasvule ja lehtede toitainesisaldusele ning leidsid positiivseid tulemusi. Bakterpreparaatidega töötlemine mõjutas nii võrsete pikkust kui ka diameetrit. Lisaks sellele suurenes Ca, K, Fe, Cu, Mn ja Zn sisaldus lehtedes. Calvet *et al.* (2004) katses Itaaliast, Hispaaniast ja Prantsusmaalt pärit virsiku-mandli hübriidide, virsiku-, ploomi- ja kirsipuude sortidega uuriti kolme erineva arbuskulaarse mükoriisaseene mõju taimede kasvule. Selgus, et erinevate kultuuride puhul olid tulemused erinevad. Correia *et al.* (2015) teadustöö toimus kirsiistanduses Portugalis ning selles kasutati biostimulanti, mis koosnes peamiselt pruunvetikaekstraktidest. Uuringu tulemusena selgus, et biostimulandi kasutamine vähendas viljade pragunemist ja oli positiivse mõjuga näiteks viljade kaalule ja diameetrile. Viljade kvaliteedi ja saagi suuruse osas olulisi muutusi ei täheldatud.

Correia *et al.* (2019) uurisid maguskirsside kvaliteeti ja maitseomadusi, kui neid oli enne saagi koristamist pritsitud Ca ja kasvuregulaatoritega (giberelliinhape, abtsiinhape, salitsüülhape, pruunvetikaekstrakt). Tulemused olid mõjutatud kirsisordist ja ka aastast (kasvutingimustest). Abtsiinhappega pritsimine erilist efekti saagi kvaliteedile ei avaldanud. Giberelliin- ja salitsüülhape aga suurendasid viljade kaalu. Salitsüülhape ja pruunvetikaekstrakt koos kaltsiumiga suurendas viljade orgaaniliste hapete kogusisaldust.

Paunović *et al.* (2013) viitab oma artiklis erinevatele varasematele uuringutele, kus humiainete lisamine kas kasvupinnasesse või lehekaudu väetades suurendasid apelsini-, aprikoosi-, pirni-, ploomi-, pistaatsia- ja pähklipuude kasvu. Autorid kirjeldasid ka biostimulant Humisoliga läbi viidud katset (selle koostisest 15% olid humiinhapped) potistatud noorte pähklipuudega. Preparaadiga töödeldud taimed olid katse tulemusena oluliselt kõrgemad võrreldes kontrolltaimedega. Küll aga täheldati, et kui preparaadi kontsentratsiooni kahekordistati, ei toonud see kaasa proportsionaalselt samas mahu taimede kasvu tõusu.

Kombineeritud biostimulantide (humiinhapete, merevetikaekstraktide, vitamiinide jms segu) kasutamine näitas positiivset mõju puukooli tõrvikumänni (*Pinus taeda* L.) seemikute kasvule (Russo ja Berlyn 1990). Kitosaani kasutamise mõju on kõige rohkem uuritud just puuviljakultuuride puhul. Näiteks viinamarjataimede kastmine sobiva kontsentratsiooniga kitosaanipreparaadiga aitas kaasa istiku juurdumisele ja suurendas võrsete kasvu. Katsed

kitosaani nanoosakeste pritsimisega kohvitaime lehtedele on samuti näidanud samalaadseid tulemusi (Pichyangkura ja Chadchawan 2015).

3. AED-PLOOMIPUU KASVUNÕUDED

Aed-ploomipuu on küllaltki soojanõudlik kultuur. Kui aed-õunapuu vajab normaalseks kasvuks vähemalt 170 päeva, kus ööpäeva keskmine temperatuur on üle 5 °C, siis ploomipuu vajab 190 sellist päeva. Üldise ja täieliku vegetatsiooni algtemperatuuriks on 10 °C lähedane keskmine ööpäevane temperatuur (Jaama 1971).

Ploomipuu eelistab valgusrikkaid kasvukohti, aga mullastiku suhtes ta väga nõudlik ei ole. Kasvatamiseks sobivad eelistatult mőõduka niiskusega, parajalt õhustatud toitaineterikkad liivsavi või saviliivmullad (pH 6,5–7,5) ja küllaltki hästi ka lubjarikkad mullad (Kahu 2012). Huumuskihi tősedus ei ole eriti oluline, sest enamikul sortidel asub juurestik pealmises mullakihis (20-30 cm). Rikkaliku lőmmastikuisaldusega muldadel vőib puu kasv pikeneda hilissőgiseni ja varajase talve saabudes kahjustab kőlm kasvu mittelőpetanud vőrseid (Jaama 1971).

Kuigi ploomipuul on suurem veevajadus kevadisel őitsemisperioodil ja sőgisel viljade valmimise ajal, ei sobi talle siiski kőrge pőhjavee tase, sest see halvendab juuresősteemide normaalset kasvu. Eestis on ploomipuud sageli silmastatud haralisele ploomipuule (alőtša), mis teeb puud mullaniiskuse suhtes vőhem tundlikumaks, kuna nende juurestik lőheb sőgavamale kui mitmetel teistel ploomipuu alustel. Istutatakse tavaliselt őheaastaseid ploomipuuistikuid (Kahu 2012).

Tasakaalustatud toiteelementide sisaldus sőltub lőhtekivimist, mulla keemilisest koostisest ja vėtamisest ning mőjutab ploomipuude kasvu ja saagikust. Eestis on oluline ka taimede vastupidavus talvekahjustustele. Enne istutamist kőntakse muld 40-50 cm sőgavuselt lăbi, et huumuskihi all olev toitainevaesem kiht seguneks. Vėtisvajaduse hindamisel on aluseks mullaanalőűsid, mille kăigus on măăratud huumuse (selle alusel hinnatakse N vajadust), K, P, Ca ja Mg sisaldus. Mulla omadusi parandab ka eelkultuuride (năiteks rőhvel- ja haljasvėtiskultuurid) kasvatamine. Orgaaniliste, fosfor- ja kaaliumvėtiste jărelmőju vőib ilmned 2-3 aasta văltel ja see vőib olla veelgi kestvam raskema lőimisega muldadel. Kandealises istandikus saab vėtisevajadust hinnata lisaks mullaanalőűsidele ka vőrsete pikkuse jărgi. Kui vőrsete pikkus jăăb alla 20-30 cm, on tegemist vaibuva kasvuga. Kui

kasvud on aga üle 50 cm pikad, on tegemist liiga tugeva kasvuga, mis on tingitud kas liigsest lämmastikuga väetamisest või liiga tugevast võra lõikamisest (ITK suunised 2016).

Ploomipuud vajavad oma elutegevuseks mitmesuguseid toitaineid, millest tähtsamad on N, P, K ja Ca. Lisaks sellele vajavad nad mikroelemente (B, Mn, Cu, Zn, Mo jne). Kõiki luuviljalisi loetakse nõrgalt happelist või neutraalset mulda vajavateks taimedeks. Eriti vajab kaltsiumi juurte ja võrsete meristeem. Mulla happeline reaktsioon aga takistab kaltsiumi sisenemist taimedesse. Seetõttu on vaja mulla happesust muuta, mida tehakse tavaliselt lupjamise teel (Mägi ja Niiberg 1999).

Ploomipuud on noores eas üsna kiire kasvuga. Pookimisele järgneval aastal kujunevad paljudel sortidel (näiteks sordil 'Edinburgh') tugevad võraoksad. Seega saadakse juba ühe aastaga istutuskõlblikke istikuid. Ploomipuu elutsükkel 30-35 aasta jooksul jaotatakse tavaliselt kolmeks: võra väljakujunemise periood (5-6 aastat), viljakandmise periood ning puu vananemise ja hävinemise periood. Ploomipuud hakkavad vilja kandma 2.-8. aastal pärast istutamist. Käesolevas katses kasutatud aed-ploomipuu sorti 'Edinburgh' loetakse küllaltki varaviljuvaks (Jaama 1971). Ploomipuu vananemise periood algab võraokste kuivamise ja vesivõsude tekkega. Sellel ajal võib saada oskusliku lõikamise ja vesivõsude kärpimisega veel küllalt head saaki (Mägi ja Niiberg 1999).

Oluline on teada kas kasvatatav sort on oma õietolmuga viljastuv (isefertiilne) või mitteviljastuv (isesteriilne) ja milliste sortide õietolmu ta sel juhul vajab. Sorti peetakse isefertiilseks kui tema õietolmuga tolmeldatud õitest on andnud viljaalgmeid vähemalt 10% (Jaama 1971).

Ploomid sisaldavad väärtuslikke toitaineid nagu süsivesikud, happed, lämmastikained, vitamiinid, parkained, mineraalsoolad jne. 80-90% ploomi toorkaalust moodustab vesi, esinedes peamiselt rakumahlas, mis on põhiliste lahustunud toitainete paiknemise kohaks. Ploomid on rikkad suhkrute poolest (sahharoos, glükoos, fruktoos), kuid sisaldavad ka mitmesuguseid orgaanilisi happeid ja vitamiine. Kõige rohkem leidub ploomides C-vitamiini ehk askorbiinhapet, aga lisaks ka näiteks karotiini (A-provitamiin) (*Ibid.*).

4. MATERJAL JA METOODIKA

4.1. Katse iseloomustus

Katse viidi läbi perioodil 04.06.2020 – 10.09.2020. a. Tartumaal, Lohkvas, Juhani Puukoolis. Katses kasutati aed-ploomipuu (*Prunus x domestica* L.) sorti 'Edinburgh', mis oli poogitud haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Katse toimus Juhani Puukooli katmikalal kasvuhoones. Kasvuhoone katus oli kiletatud kahekordselt kilega, küljeseintes oli ühekordne kile ja mõlemas otsas olid alati avatud kahepoolsed uksed. Katses kasutatud taimed olid paigutatud kasvuhoone keskossa ja neid ümbritsesid teised tootmises olevad taimed (joonis 1).



Joonis 1. Taimed Juhani Puukooli kasvuhoones katse alguses 21.05.2020 (Foto: L. Mainla).

Kasvuhoonel oli betoonvundament ja põrandal oli kahekordne peenravaip. Paljasjuursed poogitud istikud potistati 7.05.2020 kandilistesse 2L mustadesse plastikpottidesse. Substraadina kasutati neutraliseeritud turvast. Seoses 2020. aasta eriolukorraga nihkus taimede tarne ja potistamine ning ka katse algus oluliselt (1 kuu) hilisemaks kui varasematel

aastatel. Esimene biopreparaatidega kastmine tehti 2 nädalat peale potistamist 21.05.2020. Taimi kasteti vastavalt katseplaanile nelja erineva preparaadiga: TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA vastavalt tootja juhendile. Taimede kastmine ja tavaväetamine (NPK) mineraalväetisega toimus läbi automatiseeritud vihmutussüsteemi vastavalt vajadusele 1-2 korda päevas 15-30 min. korraga alates juuni keskpaigast.

Katsevariante oli kokku 5: kontroll ehk tavaväetamine (NPK), NPK + TrianumP (TrianumP), NPK + Humistar (Humistar), NPK + Radifarm (Radifarm) ja NPK + RuterAA (RuterAA). Igas variandis oli 12 taime (1 taim = 1 kordus). Kokku oli katses 60 taime. Katsesse valiti võimalikult sarnase algkasvuga taimed. Biostimulantide lahused valmistati ja kasteti vastavalt iga preparaadi tootjapoolsele soovitusetele. Eelnevast lähtudes kasteti TrianumP 0,3% lahusega taimi kasvuperioodil 2 korda (21.mai ja 30.juuli), Humistari 0,2% lahusega 4 korda iga 10 päeva järel, Radifarmi 0,25% lahusega 3 korda iga 7 päeva järel ja Ruter AA 0,1% lahusega 5 korda iga 10 päeva järel. Igale taimele anti 500 ml kastmislahust. Kontrollvariant sai samas koguses vett.

4.2. Katses kasutatud preparaadid ja taimne materjal

Humistar – looduslik kontsentreeritud huumus- ja fulvohapete segu, mis soodustab juurte kasvu, eriti narmasjuurte arengut. Vahend aitab kaasa P, K ja mikroelementide (näiteks Fe, Mn, Cu, Zn) omastamisele mullast. Seda soovitatakse lisada kastmisveele või piserdada lehtedele. Vastavalt tootja kirjeldustele suurendab preparaat pinnase katioonide vahetusvõimet ning seeläbi on taimetoitainete kasutamine efektiivsem. Kontsentraat tagab mulla struktuursete ühendite parema siduvuse ja püsivuse, mis parandab mulla õhustatust ja vee kinnipidamise võimet (Tradecorp 2021).

Radifarm – vahend on mõeldud kasutamiseks eelkõige taimede ümberistutamise ajal või erinevate kultuuride varases arengufaasis. Preparaat soodustab juurte kasvu ning vähendab taimede ümberistutamisel tekkida võivat stressi. Võimaldab seemikute ühtlast arengut isegi ebasoodsates temperatuuri- ja niiskustingimustes (Valagro 2021).

RuterAA – biostimulant, mis soodustab juurdumist, juurestiku arengut ja stimuleerib taime vegetatiivset kasvu. Ta sisaldab vajalikke makro- ja mikrotoitaineid koos füsioloogiliselt aktiivsete ja funktsionaalsete aminohapetega, mida taim on võimeline kiiresti omastama. Preparaati on lisatud just juurte moodustumist ja arengut soodustavaid aminohappeid nagu näiteks arginiin, asparagiinhape ja metioniin. Vahendi kasutamine leevendab taimedel ebasobivates keskkonnatingimustes esineda võivat stressi, mis võib olla tingitud näiteks veepuudusest või üle kastmisest, liiga madalast või kõrgest temperatuurist jne. Kergesti ühilduv levinud agrokemikaalide ja väetistega (Tradecorp 2021).

TrianiumP – biofungitsiid mullas levivate haiguste pärssimiseks ja selle põhikomponent on seen *Trichoderma harzianum* T-22 spoorid. Seeneniidistik areneb juurte pinnal ja kaitseb seeläbi taime mullas levivate taimehaiguste nagu *Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.* ja *Sclerotinia* eest, aga soodustab ka taimede kasvu (eriti juurte ja lisajuurte moodustumist). TrianiumP aitab taimedel toime tulla ebasoodsate kasvutingimustega (näiteks kastmisrežiim või toitainetesisaldus pinnases) ja parandab toitainete omastamist. Seda kasutatakse köögiviljade, marjakultuuride, ürtide, dekoratiivtaimede, puittaimede jne kasvatamiseks nii katmikalal kui avamaal (Koppert 2021).

Aed-ploomipuu sort 'Duke of Edinburgh' (lüh. 'Edinburgh') on Eesti puuvilja- ja aiakultuuride soovitusvormimendis nii äri- kui ka koduaiasordina (Sordivaramu 2021) ning on saagikas ja isetolmnev (Palk 1984). Sort on aretatud Inglismaal 19. sajandil ja toodud Eestisse 20. sajandi alguses. Viljad on suured, keskmise massiga 33 g. Vilja põhivärvus on lillakasroosa, punaka või tumelilla kattevärvusega, nõrga lillakassinise vahakirmega. Viljaliha on hapukasmagusa maitsega, tihe ja mahlakas, punakaskollase värvusega. Luuseeme moodustab 4% vilja massist, on viljaliha küljes kinni. Puu on tugeva kasvu, püstja võra ja hõredalt laiuvate okstega. Koor tüvel ja võraharudel on tumehall (Jaama ja Jaama 1990). Sort on heaks tolmuandjaks paljudele teistele sortidele, kuid talveõrn ja tundlik lehepõletiku suhtes (Kivistik *et al.* 2010).

Alõtša ehk haraline ploomipuu (*Prunus cerasifera* Ehrh.) on levinuim ploomipuude pookealus. Tal on peenikesed paljad võrsed ja õhukesed piklikud lehed. Puu on tugeva kasvuga, annab rohkesti ennakvõrseid ja on tihe ning astlaline (Kivistik *et al.* 2010).

4.3. Teostatud vaatlused ja biokeemilised analüüsid

Taimede erinevad kasvunäitajad mõõdeti 14-päevaste intervallidega juunist kuni septembri keskpaigani. Välja arvatud poogendi jämedus, mida mõõdeti kord kuus. Esimene mõõtmine toimus 04.06.2020. Kokku oli katses 8 mõõtmist (tabel 1).

Tabel 1. 2020.a. katse käigus toimunud mõõtmised

Kuupäev	Poogendi kõrgus	Poogendi jämedus	SPAD-näit	Substraadi temperatuur, mahuline niiskus, elektrijuhtivus	Lehtede ja kasvusubstraadi toitainete sisaldus, juurte kuivkaal
04.06.2020	X	X	X	X	-
18.06.2020	X	-	X	X	-
02.07.2020	X	X	X	X	-
16.07.2020	X	-	X	X	-
30.07.2020	X	X	X	X	-
13.08.2020	X	-	X	X	-
27.08.2020	X	X	X	X	-
10.09.2020	X	-	X	X	X

Poogendi kõrgust mõõdeti mõõdulindiga pookimiskohast poogendi tipuni. Poogendi läbimõõt mõõdeti elektroonilise nihikuga (Kraftmann, Saksamaa) pookimiskohast 5 cm kõrguselt. Lehtede suhtelist lämmastikuisaldust mõõdeti klorofüllmeetriga (SPAD-502, Konica Minolta Sensing Inc, Jaapan). Lehtede SPAD-näit võeti taime kohta ja üks näit koosneb 30 näidu keskmisest.

Substraadi näitajatest mõõdeti WET-sensoriga (Delta-T Services, Inglismaa) elektrijuhtivus (EC, mScm^{-1}), mahuline niiskus (%) ja temperatuur ($^{\circ}\text{C}$) igas potis. Kasvuhoone õhutemperatuur mõõdeti temperatuurilogeritega (LogTag TRI-X-8, Uus-Meremaa), mis salvestas näidu iga tunni tagant.

Juurestikule mõju uurimiseks võeti igast katse variandist juhusliku valiku alusel 3 keskmise kasvuga taime. Välditi kõige kõrgema ja madalama kasvuga taimi. Taime maapealne osa eemaldati oksakääridega juurekaelalt. Juurestik pesti käsitsi substraadist puhtaks ja kaaluti peale pesu puhta juurestiku märgmass (g). Pestud juured jäeti paberile kuivama toatemperatuuril ja kuu aega hiljem kaaluti juurte kuivmass (g).

Katseperioodi lõpus määrati lehtede ja substraadi keemiliste elementide (N, P, K, Ca, Mg) sisaldus Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris. Igast katse variandist 3 lehe- ja 3 mullaproovi, kokku 30 proovi. Tabelis 2 on toodud katsevariantide substraadi mineraalelementide sisaldused ja pH katse lõpu seisuga septembris.

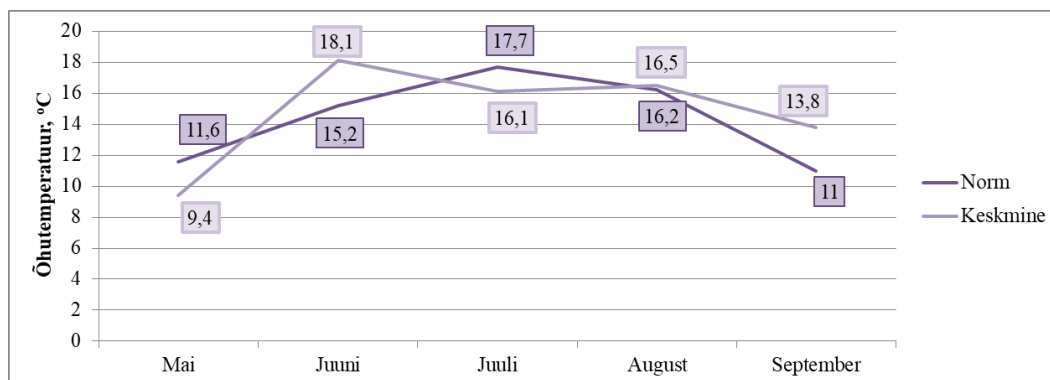
Tabel 2. Substraadi mineraalelementide sisaldused

Variant	pH _{KCl}	N (NO ₃) mgkg ⁻¹	N (NH ₄) mgkg ⁻¹	P (mgkg ⁻¹) (AL)	K (mgkg ⁻¹) (AL)	Ca (mgkg ⁻¹)	Mg (mgkg ⁻¹)	Org.aine (%)
NPK	5,6	1,9	17,9	184	1446	6770	2155	81
TrianumP	5,6	1,9	19,5	125	1777	6995	1360	81
Humistar	5,9	0,1	19,0	148	1970	8762	1602	75
Radifarm	5,8	0,1	21,0	172	1865	6769	2184	78
RuterAA	5,6	0,5	18,7	141	1680	6069	1890	78

Substraadi pH oli vahemikus 5,6-5,9. Kõrgeim oli pH Humistar variandis (5,9). TrianumP, RuterAA ja NPK variantides oli see 5,6. Substraadi keskmine N-sisaldus (NO₃ ja NH₄ kokku) varieerus vahemikus 19,1-21,4 mgkg⁻¹. Kõige väiksem oli N-sisaldus Humistar variandis (19,1 mgkg⁻¹) ja kõige suurem TrianumP variandis (21,4 mgkg⁻¹). Substraadi keskmine P-sisaldus oli vahemikus 125-184 mgkg⁻¹. Kõige suurem oli P-sisaldus NPK variandis (184 mgkg⁻¹) ja kõige väiksem TrianumP variandis (125 mgkg⁻¹). Substraadi keskmine K-sisaldus oli vahemikus 1446-1970 mgkg⁻¹. Substraadi keskmine Ca-sisaldus varieerus 6069-8762 mgkg⁻¹. Kõige suurem oli Ca-sisaldus Humistariga (8762 mgkg⁻¹) kastetud variandis ja kõige väiksem RuterAA (6069 mgkg⁻¹) variandis. Substraadi Mg-sisaldus varieerus 1360-2184 mgkg⁻¹. Kõige väiksem oli Mg-sisaldus TrianumP (1360 mgkg⁻¹) variandis ja kõige suurem Radifarm (2184 mgkg⁻¹) variandis. Substraadi orgaanilise aine sisaldus oli vahemikus 75-81 %. Suurim orgaanilise aine sisaldus oli NPK variandis (81%) ja kõige väiksem Humistar variandis (75%).

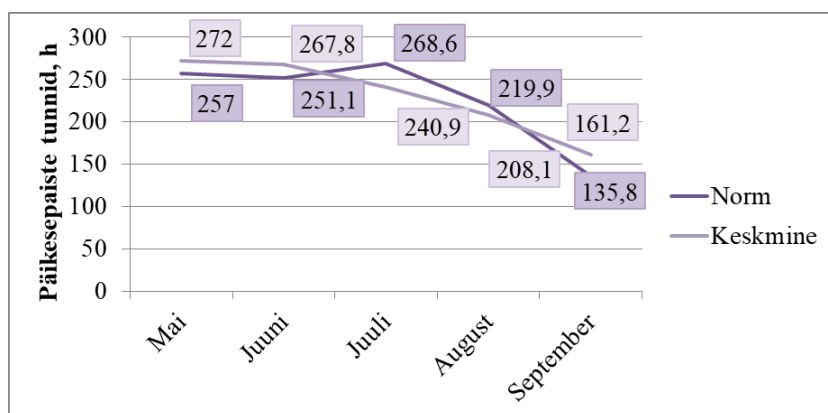
4.4. Kasvuhoone ja substraadi temperatuur

Joonisel 2 on toodud 2020. aasta mai-septembri keskmine õhutemperatuur ja sama perioodi paljude aastate (1981-2010) temperatuuride norm Tõravere ilmajaama andmetel. 2020. aasta juuni- ja septembrikuu olid pikaajaliselt normist kõrgema keskmise temperatuuriga. Mai ja juuni olid seevastu normiga võrreldes jahedamad.



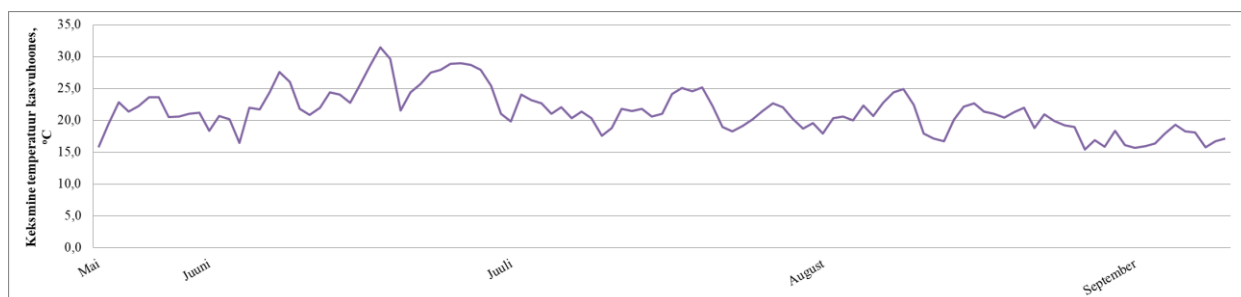
Joonis 2. Keskmine õhutemperatuur (°C) mai-september 2020 võrrelduna pikaajalise normiga Tõravere ilmajaama andmetel (aastatel 1981-2010) (Riigi Ilmateenistus 2021).

Joonisel 3 on 2020. aasta mai-septembri keskmine päikesepaiste kestus (h) ja sama perioodi paljude aastate (1981-2010) päikesepaiste tundide norm Tõravere ilmajaama andmetel. 2020. aasta mai, juuni ja september olid pikaajalisest normist keskmiselt päikesepaistelisemad.



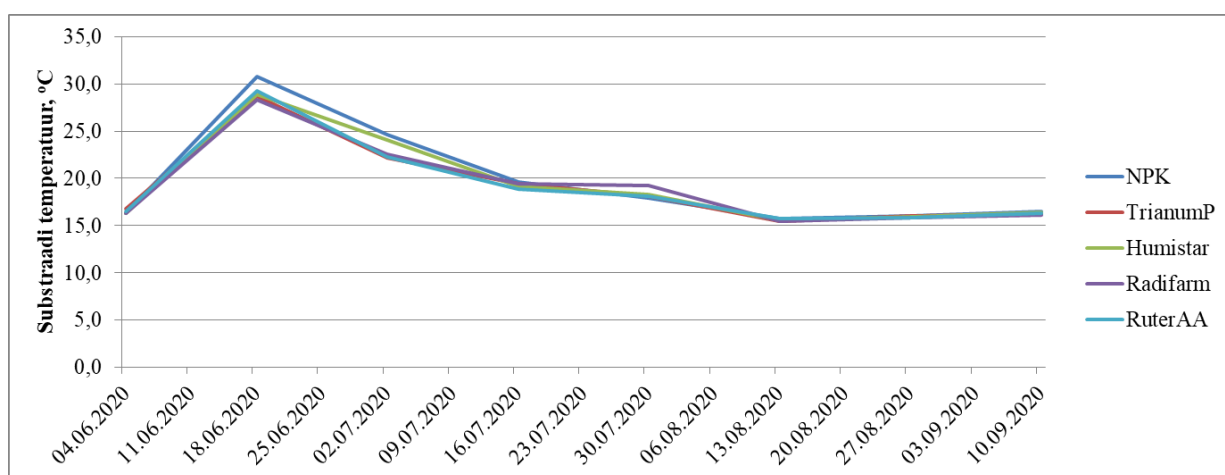
Joonis 3. Päikesepaiste kestus (tunnid) mai - september 2020. a. ja sama perioodi paljude aastate (1981-2010) norm Tõravere ilmajaama andmetel (Riigi Ilmateenistus 2021).

Joonisel 4 on keskmine õhutemperatuur kasvuhoones katseperioodi vältel (mai-september 2020), mõõdetuna temperatuurilogerite abil. 2020. aasta juunis olid keskmiselt normist soojemad ilmad ja keskmiselt rohkem oli päikesepaiste tunde. See väljendus ka kasvuhoone temperatuuris, mis oli kõige kõrgem juuni keskel.



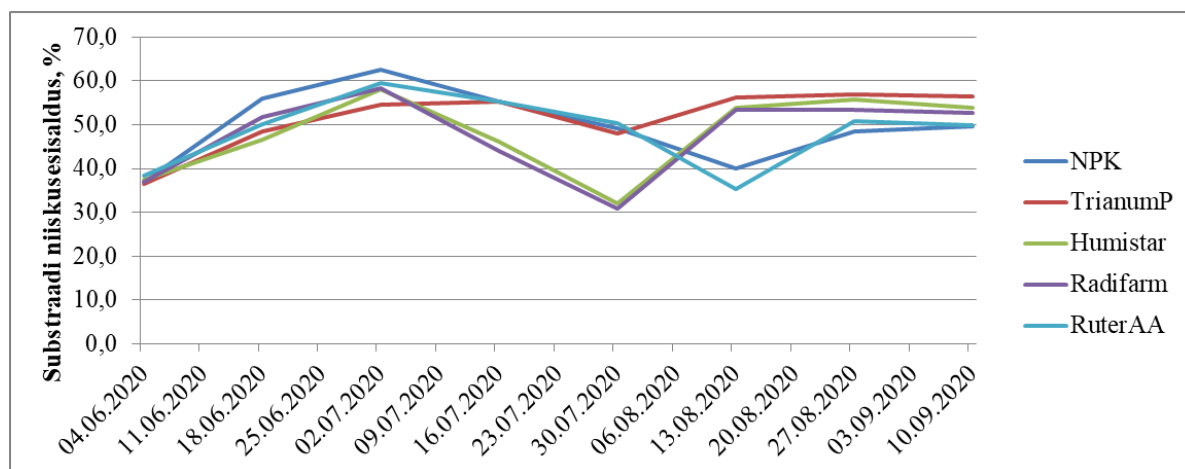
Joonis 4. Keskmine õhutemperatuur (°C) kasvuhoones katseperioodi vältel (mai-september 2020.a.) mõõdetuna temperatuurilogeritega.

Joonisel 5 on katsetaimede substraadi temperatuur katseperioodi vältel (mai-september 2020.a.), mõõdetuna WET-sensori abil. Kõige kõrgem oli substraadi temperatuur juuni keskel, kui ka kasvuhoone keskmine temperatuur oli väga kõrge.



Joonis 5. Substraadi temperatuur (°C) mai-september 2020.a. mõõdetuna WET-sensori abil.

Joonisel 6 on katsetaimede substraadi niiskusesisaldus katseperioodi vältel (mai-september 2020), mõõdetuna WET-sensori abil.



Joonis 6. Substraadi niiskusesisaldus (%) mai-september 2020.a. mõõdetuna WET-sensori abil.

Taimede kastmine toimus läbi vihmatusüsteemi. Substraadi keskmine niiskusesisaldus varieerus katseperioodi keskel, sest kasvuhoone vihmatusüsteem oli mõnevõrra ebahütlane ja substraadi niiskumine sõltus nii taimede asukohast (kasvuhoone seinale lähemal olevad potid olid kuivemad) kui ka kasvust. Sellest tulenevalt oli katseperioodi jooksul tarvis muuta katsepottide asukohta. Lähtuvalt eelnevast olid juulis madalama substraadi niiskussisaldusega variandid Humistar ja Radifarm ning augustis NPK ja RuterAA.

4.5. Andmetöötlus

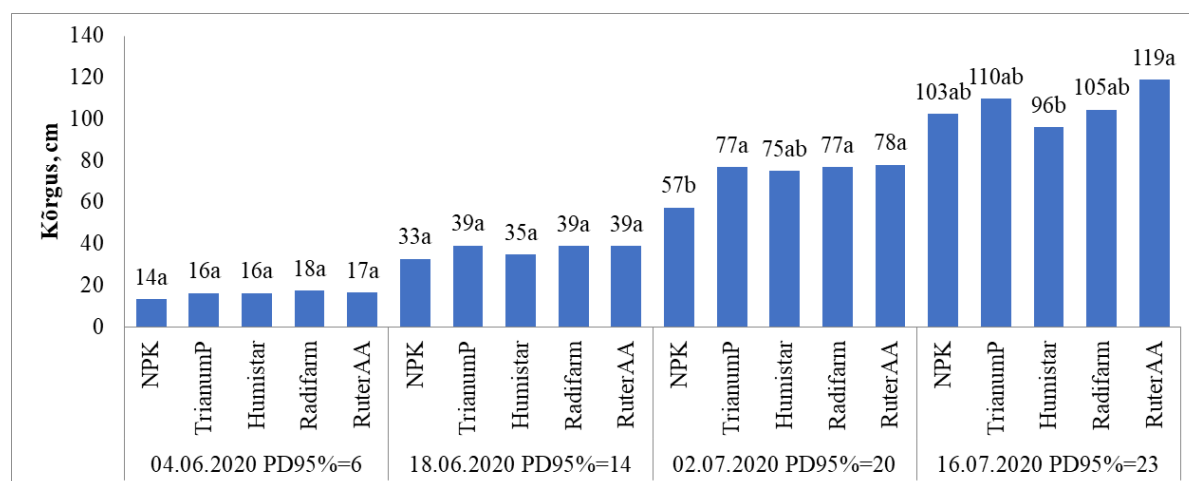
Andmetöötlusprogrammina kasutati programmi Microsoft Excel 2010. Matemaatilisel analüüsil kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi, kus faktoriks oli katsevariant (biostimulant). Piirdiferentsi 95% usutavuse juures (PD95%) kasutati katse usutavuse hindamise kriteeriumina ning variantide vahelise erinevuse hindamiseks. Erinevad tähed jooniste tulpadel näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

5. TULEMUSED

5.1. Poogendi kõrgus

Katse alguses, 04.06.2020 seisuga, varieerus keskmine poogendi kõrgus vahemikus 14-18 cm (joonis 7). Katsevariantide vahel statistiliselt olulised erinevused puudusid ja biostimulandiga kastmine ei avaldanud poogendi kõrgusele usutavat mõju.

18.06.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 33-39 cm vahel (joonis 7). Katsevariantide vahel olulised erinevused puudusid ja biostimulandiga kastmine ei avaldanud poogendi kõrgusele usutavat mõju.



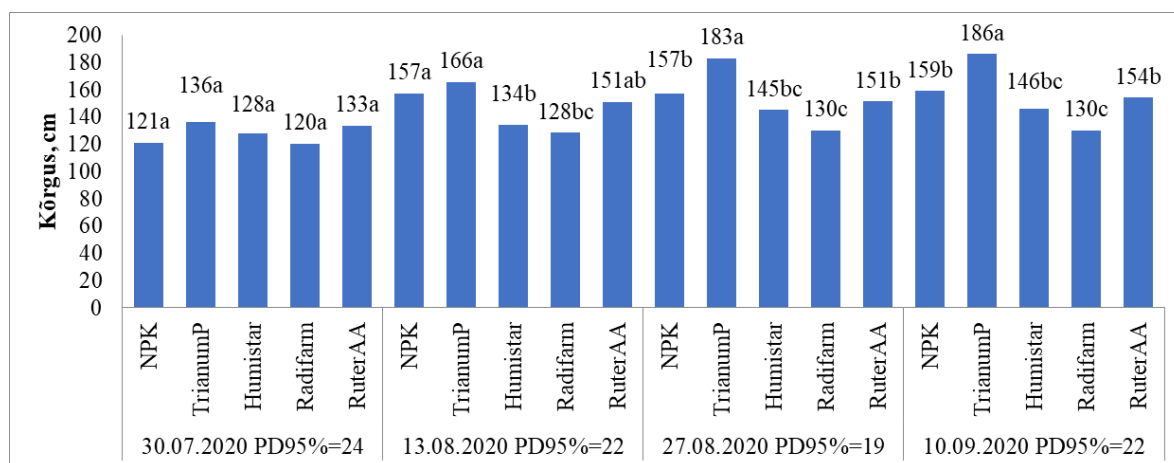
Joonis 7. Biostimulantidega kastmise mõju aed-ploomipuu 'Edinburgh' poogendi kõrgusele (cm). 04.06.2020 PD95%=6; 18.06.2020 PD95%=14; 02.07.2020 PD95%=20; 16.07.2020 PD95%=23. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

02.07.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 57-78 cm vahel (joonis 7). Võrreldes NPK-ga avaldas biostimulant poogendi kõrgusele usutavat positiivset mõju. Preparaadiga TrianumP (77 cm), Radifarm (77 cm) ja RuterAA (78 cm) kastetud taimed olid NPK (57 cm) variandist statistiliselt usutavalt kõrgemad. Humistar (75 cm) variandi puhul statistiliselt oluline erinevus NPK variandiga puudus.

16.07.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 96-119 cm vahel (joonis 7). Biostimulantidega kastmine ei avaldanud võrreldes NPK variandiga poogendi kõrgusele usutavat mõju, küll aga oli märgata olulisi erinevusi biostimulantidel omavahel: Humistariga (96 cm) kastetud variant oli oluliselt madalam kui RuterAA-ga (119 cm) kastetud variant.

30.07.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 120-136 cm vahel (joonis 8). Katsevariantide vahel statistiliselt olulised erinevused puudusid ja biostimulandiga kastmine ei avaldanud poogendi kõrgusele usutavat mõju.

13.08.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 128-166 cm vahel (joonis 8). Võrreldes NPK-ga avaldas biostimulant poogendi kõrgusele olulist usutavat mõju. Radifarmi (128 cm) ja Humistariga (134 cm) kastetud taimed olid võrreldes NPK (157 cm) variandiga statistiliselt usutavalt madalamad. Preparaatidega TrianumP (166 cm) ja RuterAA (151 cm) kastes oluline mõju taimede kõrgusele puudus võrreldes NPK-ga.



Joonis 8. Biostimulantidega kastmise mõju aed-ploomipuu 'Edinburgh' poogendi kõrgusele (cm). 30.07.2020 PD95%=24; 13.08.2020 PD95%=22; 27.08.2020 PD95%=19; 10.09.2020 PD95%=22. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

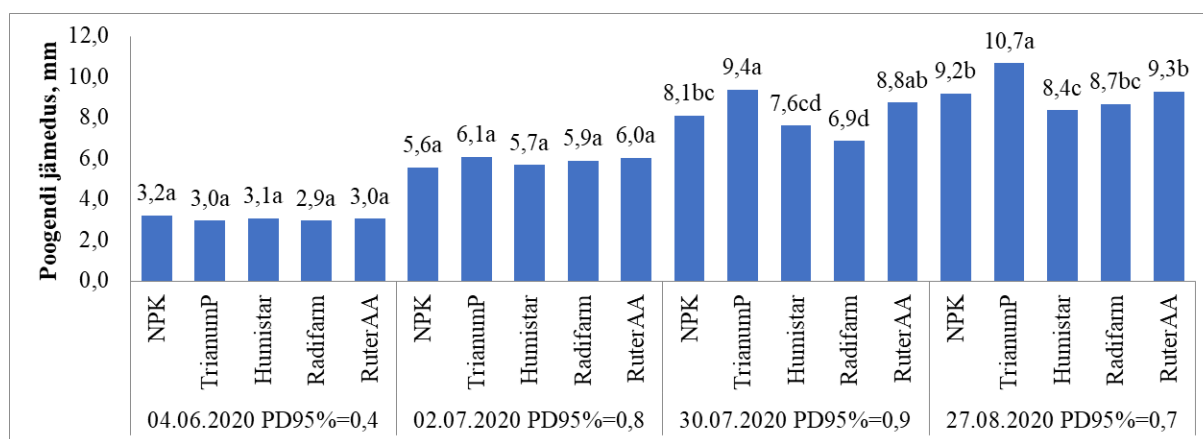
27.08.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus 130-183 cm vahel (joonis 8), olles oluliselt suurem TrianumP variandis (183 cm). Võrreldes NPK-ga (157 cm) suurendas preparaadiga TrianumP kastmine oluliselt poogendi kõrgust ja Radifarmiga (130 cm) kastmine oluliselt vähendas poogendi kõrgust. Ülejäänud variantide ja NPK vahel usutav erinevus puudus.

10.09.2020 seisuga varieerus keskmine poogendi kõrgus vahemikus 130-186 cm (joonis 8), olles oluliselt väiksem variandis Radifarm (130 cm) ja suurem TrianumP variandis (186 cm). Preparaadiga Radifarm kastetud taimed olid NPK variandist keskmiselt oluliselt väiksemad ja TrianumP-ga kastetud taimed oluliselt kõrgemad. Humistar (146 cm) ja RuterAA (154 cm) puhul NPK-ga võrreldes oluline statistiline erinevus puudus.

5.2. Poogendi jämedus

Katse alguses, 04.06.2020 seisuga, varieerus keskmine poogendi jämedus 2,9-3,2 mm (joonis 9). Biostimulant ei avaldanud poogendi jämedusele usutavat mõju ja katsevariantide vahel olulised erinevused puudusid.

02.07.2020 seisuga varieerus poogendi jämedus vahemikus 5,6-6,1 mm (joonis 9). Biostimulant ei avaldanud poogendi jämedusele usutavat mõju ja katsevariantide vahel olulised erinevused puudusid.



Joonis 9. Poogendi jämedus (mm) sõltuvalt biostimulantidega kastmisest, 04.06.2020 PD95%=0,4; 02.07.2020 PD95%=0,8; 30.07.2020 PD95%=0,9; 27.08.2020 PD95%=0,7. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

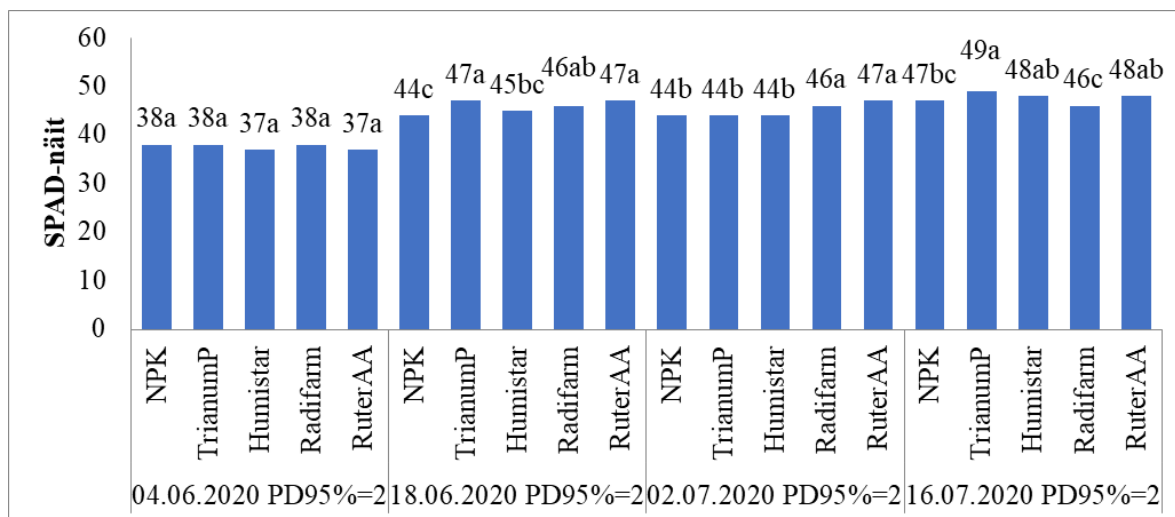
30.07.2020 seisuga varieerus poogendi jämedus 6,9-9,4 mm (joonis 9). Võrreldes NPK-ga (8,1 mm) oli poogendi jämedusele oluline suurendav mõju TrianumP-ga (9,4 mm) kastmisel ja Radifarmiga (6,9 mm) kastes oli poogendi jämedus oluliselt väiksem. RuterAA (8,8 mm) ja Humistariga (7,6 mm) kastmisel võrreldes NPK variandiga statistiliselt olulist mõju ei olnud, kuid RuterAA puhul oli märgata poogendi jämedusele mõningast positiivse toime tendentsi ning Humistari puhul negatiivset trendi.

27.08.2020 seisuga varieerus poogendi jämedus 8,4-10,7 mm (joonis 9). Võrreldes NPK-ga (9,2 mm) avaldas biostimulant poogendi jämedusele usutavat mõju: TrianumP-ga (10,7 mm) kastmisel poogendi jämedus oluliselt suurenes ja Humistariga (8,4 mm) kastes oli see võrreldes 30NPK-ga (9,2 mm) oluliselt väiksem. NPK, RuterAA (9,3 mm) ja Radifarm (8,7 mm) variantide vahel olulised erinevused puudusid.

5.3. SPAD-näit

04.06.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 37-38 (joonis 10). Biostimulant ei avaldanud lehtede SPAD-näidule usutavat mõju ja variantide vahel olulised erinevused puudusid.

18.06.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 44-47 (joonis 10). Võrreldes NPK-ga (44) avaldas biostimulant lehtede SPAD-näidule usutavat positiivset mõju: TrianumP (47), Radifarm (46) ja RuterAA (47) preparaatidega kastmine suurendas oluliselt katsetaimede lehtede SPAD-näitu. Humistar (45) variandil oluline statistiline erinevus võrreldes NPK variandiga puudus.



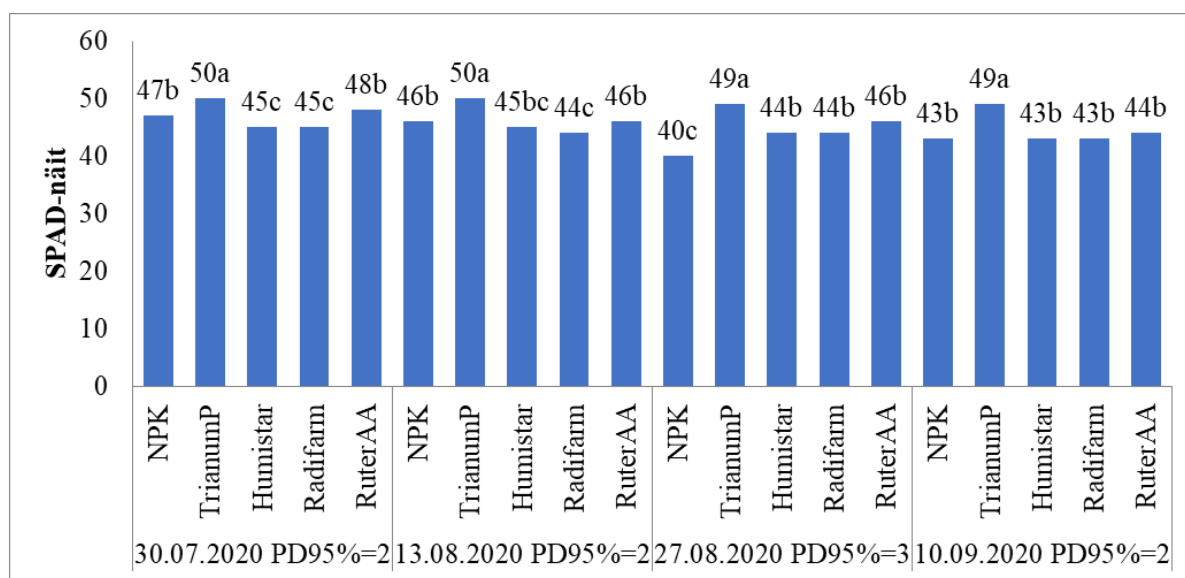
Joonis 10. Biostimulantidega kastmise mõju lehtede SPAD-näidule, 04.06.2020 PD95%=2; 18.06.2020 PD95%=2; 02.07.2020 PD95%=2; 16.07.2020 PD95%=2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

02.07.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 44-47 (joonis 10), olles oluliselt suurem Radifarm (46) ja RuterAA variandis (47). Võrreldes NPK-ga (44) avaldas biostimulantidega Radifarm ja RuterAA kastmine lehtede SPAD-näidule usutavat positiivset mõju. NPK, TrianumP ja Humistar variantide vahel usutav erinevus puudus (kõigil 44).

16.07.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 46-49 (joonis 10). Võrreldes NPK (47) variandiga oli ainult TrianumP (49) variandil oluline positiivne mõju SPAD-näidule. Kuigi ülejäänud biostimulantidel oluline erinevus NPK-ga puudus, oli Humistar (48) ja RuterAA (48) variantides märgata positiivse mõju tendentsi ning Radifarm (46) variandis negatiivse toime tendentsi.

30.07.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 45-50 (joonis 11), olles oluliselt suurem TrianumP variandis (50) ja väikseim Humistar ja Radifarm variantides (mõlemal 45). Võrreldes NPK-ga (47) omas biostimulantidega kastmine olulist positiivset mõju SPAD-näidule ainult TrianumP variandi taimedel. Humistari ja Radifarmiga kastmine vähendas oluliselt taimede lehtede SPAD-näitu. RuterAA (48) puhul oluline statistiline erinevus NPK-ga puudus.

13.08.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 44-50 (joonis 11), olles oluliselt suurem TrianumP variandis (50). Biostimulant avaldas lehtede SPAD-näidule usutavat mõju. Võrreldes NPK-ga (46), omas biostimulantidega kastmine olulist positiivset mõju lehtede SPAD-näidule ainult TrianumP variandi taimedel. Radifarmiga (44) kastmine oluliselt vähendas taimede lehtede SPAD-näitu. RuterAA (46) ja Humistar (45) variantidel oluline erinevus NPK variandiga puudus.



Joonis 11. Biostimulantidega kastmise mõju lehtede SPAD-näidule, 30.07.2020 PD95%=2; 13.08.2020 PD95%=2; 27.08.2020 PD95%=3; 10.09.2020 PD95%=2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

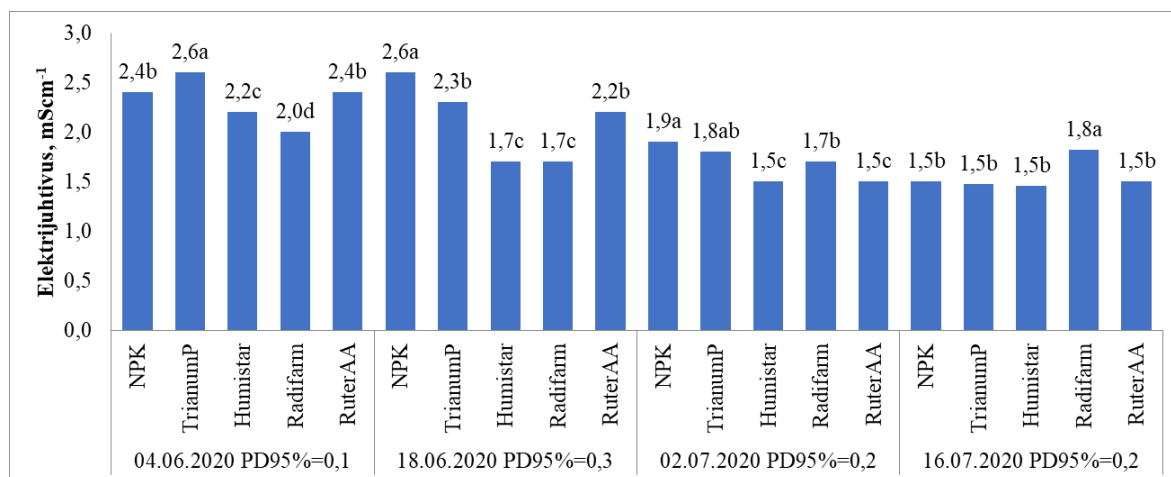
27.08.2020 seisuga varieerus keskmine lehtede SPAD-näit vahemikus 40-49 (joonis 11), olles jätkuvalt oluliselt suurem TrianumP variandis (49). Kõige väiksem oli lehtede SPAD-näit NPK variandis (40). Biostimulant avaldas lehtede SPAD-näidule statistiliselt usutavat mõju. Kõikide katses kasutatud biostimulantidel oli võrreldes NPK variandiga oluline positiivne mõju lehtede SPAD-näidule.

10.09.2020 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit vahemikus 43-49 (joonis 11), olles oluliselt suurem TrianumP variandis (49). Biostimulantidega kastmine omas olulist positiivset mõju ainult TrianumP variandi puhul. Ülejäänud preparaatidel NPK-ga võrreldes oluline erinevus puudus.

5.4. Substraadi elektrijuhtivus

Katse alguses, 04.06.2020 seisuga, varieerus keskmine substraadi elektrijuhtivus vahemikus 2,0-2,6 mScm⁻¹, olles oluliselt suurem TrianumP variandis (2,6 mScm⁻¹) (joonis 12). Väikseim substraadi elektrijuhtivus oli Radifarm variandis (2,0 mScm⁻¹). Võrreldes NPK variandiga (2,4 mScm⁻¹) avaldas biostimulant substraadi elektrijuhtivusele usutavat mõju: oluliselt vähendades Humistari (2,2 mScm⁻¹) ja Radifarmi (2,0 mScm⁻¹) ning oluliselt suurendades TrianumP variantide taimede substraadi elektrijuhtivust. Võrreldes NPK-ga preparaadil RuterAA (2,4 mScm⁻¹) oluline statistiline mõju puudus.

18.06.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektrijuhtivus vahemikus 1,7-2,6 mScm⁻¹ (joonis 12), olles oluliselt suurem NPK variandis (2,6 mScm⁻¹) ja väiksem Humistar ning Radifarm variandis (mõlemal 1,7 mScm⁻¹). Võrreldes NPK variandiga avaldas biostimulant substraadi elektrijuhtivusele usutavat mõju: kõik katses kasutatud biostimulandid vähendasid oluliselt substraadi elektrijuhtivust.



Joonis 12. Biostimulantidega kastmise mõju substraadi elektrijuhtivusele (mScm⁻¹), 04.06.2020 PD95%=0,1; 18.06.2020 PD95%=0,3; 02.07.2020 PD95%=0,2; 16.07.2020 PD95%=0,2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

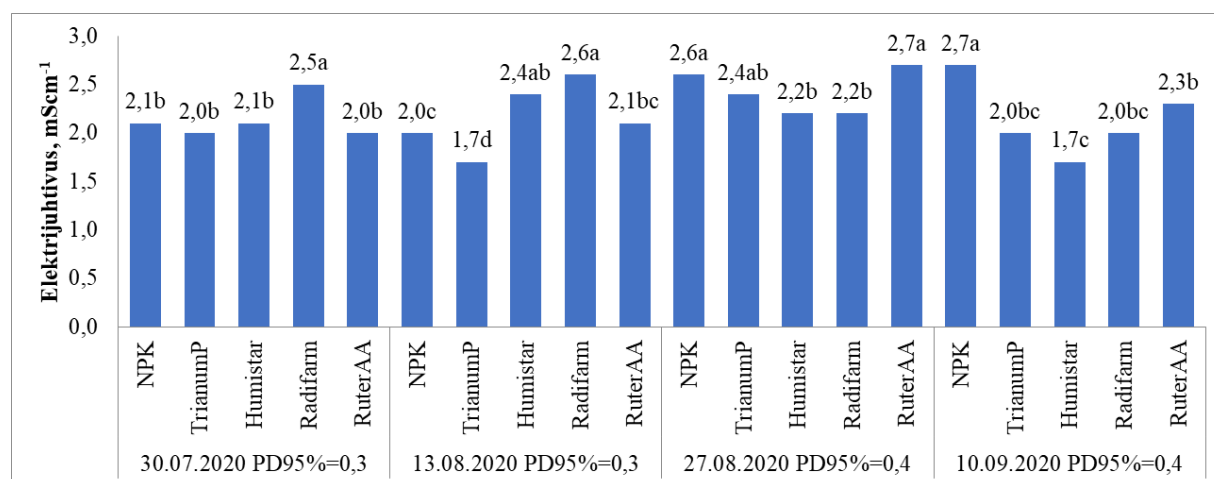
02.07.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektrijuhtivus vahemikus 1,5-1,9 mScm⁻¹ (joonis 12), olles oluliselt väiksem Humistar ja RuterAA variandis (mõlemal 1,5 mScm⁻¹). Biostimulant avaldas substraadi elektrijuhtivusele usutavat mõju. Võrreldes NPK-ga (1,9

mScm⁻¹) vähendas Humistar, Radifarm (1,7 mScm⁻¹) ja RuterAA preparaatidega kastmine oluliselt substraadi elektri juhtivust. TrianumP variandis (1,8 mScm⁻¹) oluline statistiline erinevus võrreldes NPK variandiga puudus.

16.07.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektri juhtivus vahemikus 1,5-1,8 mScm⁻¹ (joonis 12), olles oluliselt suurem Radifarm variandis (1,8 mScm⁻¹). Ülejäänud kõigis variantides oli substraadi elektri juhtivus keskmiselt 1,5 mScm⁻¹ ja variantide vahel usutav erinevus puudus. Biostimulantidest avaldas substraadi elektri juhtivusele usutavat mõju ainult Radifarm.

30.07.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektri juhtivus vahemikus 2,0-2,5 mScm⁻¹ (joonis 13), olles oluliselt suurem Radifarm variandis (2,5 mScm⁻¹). Biostimulant avaldas substraadi elektri juhtivusele usutavat mõju ja preparaadiga Radifarm kastetud taimede substraadis oli see keskmiselt usutavalt suurem võrreldes NPK-ga (2,1 mScm⁻¹). Teiste biostimulantide puhul oluline statistiline erinevus NPK-ga puudus.

13.08.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektri juhtivus vahemikus 1,7-2,6 mScm⁻¹ (joonis 13), olles oluliselt väiksem TrianumP variandis (1,7 mScm⁻¹). Võrreldes NPK-ga (2,0 mScm⁻¹) TrianumP kasutamine oluliselt vähendas ja Radifarmi (2,6 mScm⁻¹) ning Humistariga (2,4 mScm⁻¹) kastmine oluliselt suurendas substraadi elektri juhtivust. RuterAA variandi puhul oluline statistiline erinevus NPK-ga puudus.



Joonis 13. Biostimulantidega kastmise mõju substraadi elektri juhtivusele (mScm⁻¹), 30.07.2020 PD95%=0,3; 13.08.2020 PD95%=0,3; 27.08.2020 PD95%=0,4; 10.09.2020 PD95%=0,4. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust.

27.08.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektri juhtivus vahemikus 2,2-2,7 mScm⁻¹ (joonis 13). Biostimulant avaldas substraadi elektri juhtivusele usutavat mõju. Võrreldes NPK-ga (2,6 mScm⁻¹) Humistari ja Radifarmiga kastmine oluliselt vähendas substraadi elektri juhtivust (mõlemal 2,2 mScm⁻¹). RuterAA-ga (2,7 mScm⁻¹) ning TrianumP-ga (2,4 mScm⁻¹) kastetud taimede puhul olulist statistilist erinevust võrreldes NPK-ga ei olnud, kuid TrianumP puhul oli märgata substraadi elektri juhtivuse vähenemise tendentsi.

10.09.2020 seisuga varieerus keskmine substraadi elektri juhtivus vahemikus 1,7-2,7 mScm⁻¹ (joonis 13), olles oluliselt suurem NPK variandis (2,7 mScm⁻¹). Biostimulant omas substraadi elektri juhtivusele usutavat mõju. Võrreldes NPK-ga vähendasid kõik biostimulandid oluliselt substraadi elektri juhtivust.

5.5. Lehtede mineraalelementide sisaldus

Tabelis 3 on toodud katsevariantide lehtede mineraalelementide sisaldused katse lõpu seisuga septembris.

Tabel 3. Lehtede keskmised mineraalelementide sisaldused

Variant	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
NPK	1,87	0,18	3,40	1,21	0,29
TrianumP	1,90	0,22	4,68	1,31	0,29
Humistar	1,59	0,19	4,54	1,29	0,29
Radifarm	1,68	0,19	3,64	1,27	0,27
RuterAA	1,76	0,20	3,49	1,26	0,29

Lehtede N-sisaldus oli vahemikus 1,59-1,90%. Suurim oli see TrianumP (1,90%) ja väikseim Humistar variandis (1,59%). Lehtede P-sisaldus oli 0,18-0,22%. Suurim oli see TrianumP (0,22%) ja väikseim NPK variandis (0,18%). Lehtede K-sisaldus varieerus vahemikus 3,40-4,68%. Suurim oli see näitaja TrianumP variandis (4,68%) ja väikseim NPK variandis (3,40%). Lehtede Ca-sisaldus oli vahemikus 1,21-1,31%, olles suurim TrianumP (1,31%) ja väikseim NPK variandis (1,21 %). Lehtede Mg-sisaldus oli keskmiselt 0,27-0,29%. Kõige

väiksem oli see sisaldus Radifarm variandis (0,27%) ning võrdne ülejäänud neljas variandis (0,29%).

Kokkuvõttes oli ainult TrianumP-ga kastetud taimede lehtedes N-sisaldus NPK variandist suurem. Teistes variantides oli lehtede lämmastiksisaldus võrreldes NPK variandiga aga väiksem. Kõikides biostimulantidega kastetud variantides oli lehtede P-, K- ja Ca-sisaldus suurem võrreldes NPK variandiga ning Mg- sisaldus keskmiselt sama suur kui NPK-variandis (välja arvatud Radifarm, kus sisaldus oli väiksem).

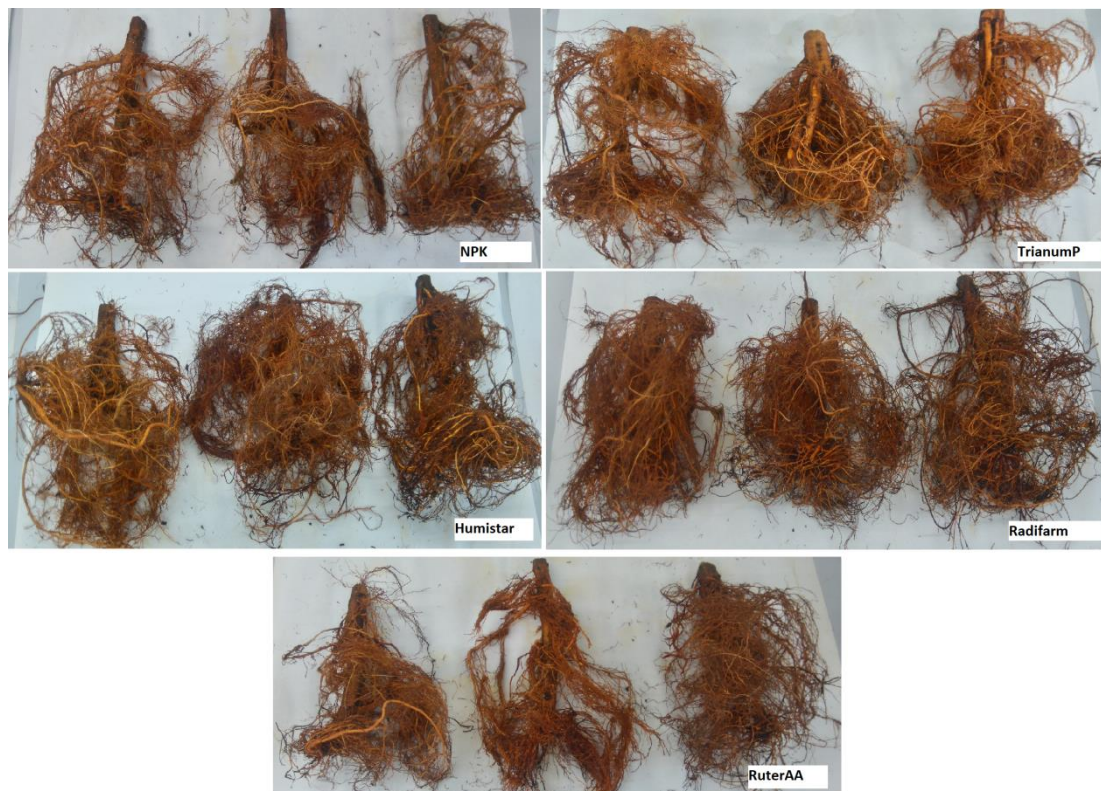
5.6. Juured

Tabelis 4 on toodud taimede juurte keskmine kuivmass (g). Kõige suurem juurte kuivmass oli variandis TrianumP (38 g). Kõige väiksem oli see aga NPK (20 g) ja RuterAA variandis (21 g).

Tabel 4. Katsetaimede juurte keskmine kuivmass

Variant	Kuivmass (g)
NPK	20
TrianumP	38
Humistar	29
Radifarm	30
RuterAA	21

Joonisel 14 on toodud fotod katsetaimede juurestikust katse lõpu seisuga septembris 2020.



Joonis 14. Fotod katsetaimede juurtest katseperioodi lõpus septembris (Foto: L. Mainla).

TrianumP, Humistari ja Radifarmiga kastetud taimede juurestik oli tihe ja rohkelt harunenud. Esines rohkem nii jämedamaid külguuri kui ka peenemaid narmasjuuri. NPK ja RuterAA-ga kastetud taimede juurestik oli hõredam ja jämedamaid külguuri oli vähem. Võrreldes NPK-ga soodustas TrianumP, Humistari ja Radifarmiga kastmine taimede juurestiku arengut. RuterAA puhul mõju puudus ja taimede juurestik oli sarnane NPK variandiga.

6. ARUTELU

Katseperioodi algul oli taimede keskmine kõrgus küllaltki ühtlane ning biostimulantidega kastmine ei omanud olulist mõju. Alates kolmandast kastmiskorrast hakkasid aga mõõtmistulemustes ilmnenud olulised statistilised erinevused. Katse esimesel poolel olid TrianumP ja RuterAA variandid teistest keskmiselt kõrgemad, kuid suve teisel poolel domineerisid pigem TrianumP ja NPK variandid. Preparaat Radifarmiga kastetud taimed olid katse esimesel poolel NPK variandiga keskmiselt sama kõrged, kuid viiendast mõõtmiskorrast alates jäi selle variandi taimede kasv võrreldes teistega järjest aeglasemaks ning katse lõpuks olid nad keskmiselt kõige lühemad. Seega ilmnes Radifarmi poogendi kasvu soodustav mõju pigem ainult katseperioodi alguses, mis on seletatav ka preparaadi eesmärgiga – mõeldud kasutamiseks taimede ümberistutamise ajal või vahetult pärast seda. Humistariga kastetud taimed olid katse alguses pigem keskmise kasvuga variantide seas, kuid juba kolmandast mõõtmiskorrast alates oli märgata tendentsi, kus see variant oli peamiselt kahe kõige lühema kasvuga variandi seas. RuterAA variandi taimed olid katse esimesel poolel pigem keskmisest kõrgemate seas. Katse käigus küll jäid RuterAA katsetaimed mõnevõrra NPK variandist madalamaks, kuid biostimulantide võrdluses olid nad TrianumP järel teised. Katse lõpus omas ainult TrianumP võrreldes NPK variandiga poogendi kasvule statistiliselt usutavat positiivset mõju. Oluline kasvu vähendav mõju oli preparaadil Radifarm ja ka Humistar omas poogendi kasvu vähendava mõju tendentsi.

Moora (2020) katsetulemuste kohaselt suurendasid Radifarm ja RuterAA oluliselt aedploomipuu poogendi kasvu, kuid käesolev katse seda mõju ei kinnita. Välk (2019) viirpuudega tehtud uuringus seevastu ei suurendanud poogendi kasvu ükski kasutatud biopreparaatidest. Läbivalt oluliselt madalama poogendi kõrgusega olid Radifarmiga kastetud viirpuud – see on sarnane ka käesoleva katse tulemustele. Mõned uuringud on näidanud, et kui substraadis juba on küllaldaselt mineraalaineid, siis humiainete täiendav lisamine ei ole toonud kaasa märgatavat positiivset mõju taimede kasvule (Paunović *et al.* 2013). Humiainete üleküllus võib saada hoopis kasvu pärssivaks teguriks, seda eriti puitunud taimede puhul, mis kasvavad potis. Suh *et al.* (2014) katses ilmnes samuti, et fulvohapet

sisaldava biostimulandi väiksemal kontsentratsioonil oli tomatitaimede kasvule oluline positiivne mõju, kuid sama preparaadi kahekordse kontsentratsiooni korral oli hoopis oluline negatiivne toime. Humiained on turba oluline koostisosa (Van Oosten *et al.* 2017) ja kuna Humistar variandis oli substraadi lämmastiksisaldus NPK variandist suurem ning kasvusubstraadiks neutraliseeritud turvas, siis see võis olla põhjuseks, miks poogendi kasv aeglustus võrreldes teiste katsevariantidega. Kuigi Calvet *et al.* (2004) järgi võib juurte koloniseerimiseks arbuskulaarse mükoriisaga kuluda aega kauem kui 4 kuud, ilmnes biostimulant TrianumP oluline positiivne mõju poogendi kasvule juba juuli lõpust.

Poogendi jämedus oli samuti katseperioodi alguses katsevariantide võrdluses küllaltki ühtlane ja olulised erinevused puudusid. Juuli lõpust alates ilmnes aga biostimulantidest ainsana TrianumP preparaadi oluline positiivne mõju poogendi jämedusele. Humistari ja Radifarmi puhul oli märgata pigem negatiivset mõju poogendi jämedusele. RuterAA taimede jämedus oli läbivalt NPK variandiga sarnane ja olulised erinevused puudusid.

Moora (2020) uuringus suurendasid oluliselt poogendi jämedust preparaadid TrianumP ja RuterAA. Käesolevas uurimistöös tuli samuti selgelt esile seenpreparaadi positiivne mõju poogendi jämedusele. Arbuskulaarne mükoriisa suurendab taimede toitainete omastamist. Selline sümbioos esineb praktiliselt kõigil viljapuu liikidel ning taimedele on see eriti kasulik füsioloogilise stressi korral - näiteks kui taime on just ümber istutatud, kui on tegemist toitainete puuduse, põuatingimuste, substraadi soolsusega või kui taimi ründavad kahjurid ja haigused (Calvet *et al.* 2004). Aminohappeid koos mineraalväetisega sisaldav RuterAA käesolevas uuringus poogendi jämedust aga ei mõjutanud. Aminohappeid sisaldav Radifarm ja humiinhappeid sisaldav Humistar mõjusid poogendi jämedusele pigem negatiivselt.

Sarnaselt viirpuuga tehtud katse tulemustele (Välk 2019) oli ka Radifarm käesolevas katses üks kahest kõige väiksema keskmise poogendi jämedusega katsevariantidest. Käesolevas katses mõõdeti Radifarm variandi substraadis võrrelduna teiste variantidega kõige suurem NH_4^+ sisaldus ning Näsholm *et al.* (2009) kohaselt võib aminohapete taimede kasvu pärssiv mõju olla seotud kasvusubstraadis sisalduvate lämmastikuühendite (eriti NH_4^+) üleküllusega. Jindo *et al.* (2020) rõhutab, et humiainete mõju taime kasvule võib tugevasti varieeruda, sõltudes konkreetsest kultuurist, preparaadi kontsentratsioonist, kasutusviisist jne.

Taimede lehtede suhtelisele lämmastiksisaldusele ehk SPAD-näidule olulised statistilised mõjud ilmnesid alates teisest mõõtmiskorrast juuni keskel. NPK variandis kõikus lehtede SPAD-näit, olles võrreldes teiste katsevariantidega keskmiselt sama suur või siis pigem

väiksemate näitajate seas. Alates 4. mõõtmiskorrast kuni katse lõpuni oli TrianumP taimede lehtede SPAD-näit keskmiselt teistest variantidest oluliselt suurem. Humistari ja Radifarmiga kastetud istikute keskmised SPAD-näidud olid terve suve vältel enamasti paari kõige väiksema keskmise tulemusega variandi seas. RuterAA variandi taimed omasid katse esimesel poolel võrreldes NPK variandiga pigem kõrgemat SPAD-näitu, kuid katse lõpuks see erinevus vähenes. Kokkuvõttes suurendas oluliselt ainult TrianumP-ga kastmine lehtede suhtelist lämmastikuisaldust.

TrianumP oli ka viirpuudega tehtud katses enamikul mõõtmiskordadest olulise positiivse mõjuga lehtede SPAD-näidule (Välk 2019). Erinevalt käesolevast uuringust, ei suurendanud TrianumP aga varasemas katses aed-ploomipuu lehtede suhtelist lämmastikuisaldust (Moora 2020).

Substraadi elektrijuhtivuse osas ilmnesis olulised statistilised erinevused katsevariantide vahel juba katse alguses, kuigi suve jooksul biostimulaatorite mõju varieerus ja selget ühesuunalist mõju välja ei joonistunud. Läbivalt oli NPK variandi taimede substraadi elektrijuhtivus katse jooksul enamasti kas keskmiselt kõige kõrgem või siis 2-3 kõrgeima näitaja seas. Samuti katse lõpus erines NPK variandi substraadi elektrijuhtivus statistiliselt usutavalt teistest variantidest, olles kõige suurem. TrianumP variandi substraadi keskmine elektrijuhtivus oli esimesel mõõtmisel kõige kõrgem, kuid katse vältel pigem vähenes. Katse tulemusena jäi TrianumP keskmine elektrijuhtivus kolme madalaima variandi hulka, olles NPK variandist statistiliselt usutavalt väiksem. Humistar variandi istikute substraadi keskmine elektrijuhtivus oli katse algusest saadik langustrendis, kuid suve keskel tegi järsu hüppe. See võis olla tingitud kastmistingimustest, kus kahel mõõtmiskorral täheldati, et Humistar ja Radifarm taimede substraadid olid teistest väiksema niiskussisaldusega. Katse lõpus oli Humistar variandi taimede substraadis kõige väiksem elektrijuhtivus. Radifarm variandi substraadi keskmine elektrijuhtivus oli sarnane Humistar variandiga. Ka seal oli suve keskel märgata elektrijuhtivuse suurenemist, mis võis samuti olla tingitud substraadi ajutisest kuivusest. RuterAA variandi keskmine elektrijuhtivus oli katse alguses keskmiselt sama suur kui NPK variandis. Katse vältel see kas mõnevõrra vähenes või jäi NPK variandiga enam-vähem samale tasemele. Uuringu tulemusena vähendasid kõik biostimulandid oluliselt substraadi elektrijuhtivust.

Varasemates katsetes viirpuu (Välk 2019) ja aed-ploomipuuga (Moora 2020) on biostimulantide mõju substraadi elektrijuhtivusele olnud aga väga varieeruv. Substraadi

elektrijuhtivus (EC) näitab mulla soolsust, mis iseloomustab omakorda ka toitainete sisaldust mullalahuses (Erinevate viljelusmeetodite (sh. otsekülv) rakendusteaduslik kompleksuuring 2015). Substraadi soolsus suureneb, kui selle niiskussisaldus väheneb (Bañón *et al.* 2021). Mida kõrgem on substraadi elektrijuhtivus, seda rohkem on seal negatiivse laenguga osakesi, mis omakorda seovad taimedele vajalike toitainete katioone (näiteks K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} jne) (Fourie 2017). Substraadi soolsus võib olla seeläbi üks taimekasvu pärssivatest faktoritest (Bañón *et al.* 2021), sest see halvendab taimedel toitainete omastamist (Incrocci *et al.* 2019). Katses soolatundliku hariliku loorberkirsipuuga (*Prunus laurocerasus* L.) (*Ibid.*) vähenes pärast taimede NaCl lahusega kastmist nii nende juurte kuivmass kui kahjustusid ka lehed. Sadeghi ja Tabani (2021) torkava kappariga (*Capparis spinosa* L.) läbiviidud uuringus leiti aga, et biostimulantide kasutamine soolastressi tingimustes aitas taimedel paremini stressiga toime tulla: suurendas biomassi, lehtede arvu jne. Kuna käesolevas katses oli biostimulantidega kastetud istikute lehtedes võrreldes NPK variandiga P, K ja Ca sisaldus suurem ning substraadide elektrijuhtivus NPK variandist väiksem, siis võib eeldada, et biostimulandid aitasid taimedel neid toitaineid paremini omastada ning taimedel paremini toime tulla substraadi kõrge elektrijuhtivusega. Samuti võis substraadi kõrgem EC olla istikute kasvu pidurdavaks faktoriks NPK variandis, sest katses kasutatud haralise ploomipuu (*Prunus cerasifera* Ehrh.) alus on keskmise soolatundlikkusega (taluvuspiir 3-4 mScm⁻¹ juures) (Sun *et al.* 2013).

TrianumP variandis oli substraadi N-sisaldus kõige suurem ning ka lehtede N-sisaldus oli selle preparaadiga kastetud taimedel võrreldes teiste katsevariantidega suurim. See preparaat oli katses kasutatud biostimulantidest kokkuvõttes ainus, mis võrreldes NPK variandiga suurendas lehtede N-sisaldust. Seda tulemust toetab ka lehtede suhtelise lämmastikusisalduse SPAD-näit, mis katse lõpus oli NPK variandist statistiliselt oluliselt suurem ainult TrianumP-ga kastetud taimedel. Ka Zouari *et al.* (2020) uuringus kasutatud merevetikapõhisel biostimulaatoril koos täiendava B, Mg, Mn ja S-ga oli oluline positiivne mõju hariliku õlipuu (*Olea europaea* L.) mineraalelementide omastamisele, kus märgatavalt suurenes lehtede N, aga ka S, Mg ja Mn-sisaldus. Kuigi TrianumP substraadis oli P-sisaldus kõige väiksem, oli lehtedes vastukaaluks see näitaja võrreldes teiste katsevariantidega kõige suurem. Seega parandas TrianumP-ga kastmine taimede P omastamist. Fiorentino *et al.* (2018) järgi võib *Trichoderma* seen mõjutada taime juuri ümbritseva substraadi pH-d ning juurte kasvu soodustades (mõjutades nende pikkust, tihedust ja harunemist) aitab kaasa muuhulgas P omastamisele. Võrreldes teiste katsevariantidega oli TrianumP-ga kastetud taimede lehtede

Ca-sisaldus küll kõige suurem, kuid lehtede Ca-sisaldust suurendasid võrreldes NPK variandiga ka kõik teised biopreparaadid.

Humistariga kastetud taimede substraat oli NPK variandist väiksema N-sisaldusega ning ka lehtede N-sisaldusele see preparaat positiivset mõju ei avaldanud. Küll aga suurendas Humistar sarnaselt kõigile teistele biostimulantidele taimede lehtede P- ja K-sisaldust. Seega erinevad käesoleva uuringu tulemused mõnevõrra El-Shall *et al.* (2010) läbiviidud katsest noorte aed-ploomipuu istikutega, kus humiinaid sisaldaval preparaadil oli oluline positiivne mõju nii taimede vegetatiivsele kasvule kui ka mineraalelementide (N, P, K, Mn, Zn) sisaldusele lehtedes.

Kuigi Radifarm variandi substraadis oli N-sisaldus NPK variandist kõrgem, oli selle preparaadiga kastetud istikute lehtede N-sisaldus NPK variandi keskmisest näitajast väiksem. Võrreldes NPK variandiga oli substraadi Mg-sisaldus suurem ainult Radifarm variandis, kuid lehtede Mg-sisalduses see ei kajastunud. Radifarm oli võrreldes teiste katsevariantidega kõige väiksema lehtede Mg-sisaldusega.

Käesolevas katses mõõdetud lehtede keskmine N-, P-, Ca- ja Mg-sisaldus oli võrreldes Milošević *et al.* (2013) ülevaatega 10 ploomipuu sordi lehtede keskmise mineraalelementide sisalduse kohta 5-6 aastat pärast istutamist siiski väiksem ning K-sisaldus suurem. Võrreldes varasemalt läbiviidud katsega (Moora 2020), oli käesolevas uuringus kasutatud biostimulantidel K, Ca ja P omastamisele omavahel võrreldes ühtlasem mõju. Toona suurendasid aed-ploomipuu istikute lehtede K-sisaldust Radifarm, RuterAA ja Humistar; Ca-sisaldust ainult Humistar ja TrianumP ning lehtede P ja Mg-sisaldusele biostimulantidel mõju ei olnud.

Võrreldes NPK variandiga, oli pea kõikidel biostimulantidega kastetud variantidel taimede juurte keskmine kuivmass suurem. TrianumP variandi puhul oli erinevus võrrelduna NPK variandiga peaaegu kahekordne, kuid näiteks RuterAA erinevus NPK variandiga vaid keskmiselt 1 gramm. Juurestiku erinevused väljendusid ka nende visuaalses väljanägemises, kus TrianumP variandi taimedel oli palju rohkem jämedaid külguuri ja tihedalt narmasjuuri, kui NPK või RuterAA variandi taimedel. Kuna P on oluline element taimejuurte arengu soodustamisel, siis ilmnes TrianumP mõju P omastamise suurendamisel ka selle variandi taimede juurte elujõulisuses.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada biostimulantide Humistar, Radifarm, TrianumP ja RuterAA mõju haralisele ploomipuule (*Prunus cerasifera* Ehrh.) poogitud aedploomipuu (*Prunus x domestica* L.) sordi 'Edinburgh' poogendi kasvule esimesel aastal peale pookimist. Töös püstitati järgmine hüpotees: biostimulantide kasutamine soodustab taimede kasvu, juurte arengut ja toitainete omastamist substraadist.

Biostimulantide mõju poogendi kasvule:

- **TrianumP** suurendas oluliselt poogendi kõrgust, jämedust ja lehtede SPAD-näitu; vähendas oluliselt substraadi elektrijuhtivust.
- **Humistar** vähendas oluliselt poogendi jämedust ja substraadi elektrijuhtivust.
- **Radifarm** vähendas oluliselt poogendi kõrgust ja substraadi elektrijuhtivust.
- **RuterAA** vähendas oluliselt substraadi elektrijuhtivust.

Biostimulantide mõju taime mineraalelementide omastamisele:

- **TrianumP** suurendas lehtede N-, P-, K- ja Ca-sisaldust.
- **Humistar** vähendas lehtede N-sisaldust, kuid suurendas P-, K- ja Ca-sisaldust.
- **Radifarm** vähendas lehtede N- ja Mg-sisaldust, kuid suurendas P-, K- ja Ca-sisaldust.
- **RuterAA** vähendas lehtede N-sisaldust, kuid suurendas P-, K- ja Ca-sisaldust.

Biostimulantide mõju juurestikule:

- **TrianumP**, **Humistar** ja **Radifarm** soodustasid taimede juurte kasvu.
- **RuterAA** mõju juurte kasvule puudus.

Töös püstitatud hüpotees leidis osaliselt kinnitust. Biostimulandid enamasti soodustasid taimede kasvu, juurte arengut ja toitainete omastamist substraadist, kuid mõju sõltus konkreetsest preparaadist ja tema toimeainest ning varieerus katseperioodi jooksul.

Töö käigus kogutud andmete põhjal võib aed-ploomipuu sordi 'Edinburgh' istikute kasvu soodustamiseks soovitada preparaati TrianumP. Edasist uurimist vajavad erinevate biostimulantide mõju teistele aed-ploomipuu sortide istikutele, aga ka tootmistingimustes puude kasvule ja saagile. Samuti vajaksid uurimist merevetika ekstraktidega biostimulantide mõju nii aed-ploomipuu kui ka teiste viljapuude istikute kasvule.

KASUTATUD KIRJANDUS

Aed-ploomipuu (*Prunus domestica*) integreeritud taimekaitse. (s.a). [veebileht]

https://www.pikk.ee/upload/files/Ploomipuu_ITK_suunised.pdf (21.03.2021)

Akladios, S. A., Mohamed, H. I. (2018). Ameliorative Effects of Calcium Nitrate and Humic Acid on the Growth, Yield Component and Biochemical Attribute of Pepper (*Capsicum annuum*) Plants Grown under Salt Stress. – *Scientia Horticulturae*. Nr 236. Lk. 244-250.

Arikan, Ş., Pirlak, L. (2016). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth, Yield and Fruit Quality of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). – *Erwerbs-Obstbau*. Nr. 58. Lk. 221–226.

Aşik, B. B., Turan, M. A., Çelik, H., Katkat, A. V. (2009). Effects on Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake on Wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) Under Conditions of Salinity. – *Asian Journal of Crop Science*. Nr. 2. Lk 87-95.

Bañón, S., Alvarez, S., Bañón, D., Ortuño, M. F., Sánchez-Blanco, M. J. (2021). Assessment of Soil Salinity Indexes Using Electrical Conductivity Sensors. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 285. Lk. 1-8.

Barneix, A. J., Causin, H. F. (1996). The Central Role of Amino Acids on Nitrogen Utilization and Plant Growth. – *Journal of Plant Physiology*. Nr. 149. Lk. 358-362.

Basile, B., Rouphael, Y., Colla, G., Soppelsa, S., Andreotti, C. (2020). Appraisal of Emerging Crop Management Opportunities in Fruit Trees Facilitated by the Application of Biostimulants. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 267. Lk. 1-19.

Battacharyya, D., Zamani Babgohari, M., Rathor, P., Prithiviraj, B. (2015). Seaweed Extracts as Biostimulants in Horticulture. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 196. Lk. 39-48.

Calvet, C., Estaún, V., Camprubí, A., Hernández-Dorrego, A., Pinochet, J., Angeles Moreno, M. (2004). Aptitude for Mycorrhizal Root Colonization in *Prunus* Rootstocks. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 100. Lk. 39-49.

- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W.** (2014). Agricultural Uses of Plant Biostimulants. – *Plant and Soil*. Nr. 383. Lk. 1-39.
- Cerozi, B. d. S.** (2020). Fulvic Acid Increases Iron Bioavailability in Aquaponic Systems: Theoretical Designs and Practical Considerations to Prevent Iron Deficiency in Plants. – *Aquacultural Engineering*. Nr 90. Lk. 1-6.
- Chen, Y. Y., Hu, C. Y., Xiao, J. X.** (2017). Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth and Zinc Uptake of Trifoliate Orange (*Poncirus trifoliata*) Seedlings Grown in Low-Zinc soil. – *Journal of Plant Nutrition*. Nr. 40. Lk. 324–331.
- Correia, S., Oliveira, I., Queirós, F., Ribeiro, C., Ferreira, L., Luzio, A., Paula Silva, A. P., Gonçalves, B.** (2015). Preharvest Application of Seaweed Based Biostimulant Reduced Cherry (*Prunus avium* L.) Cracking. – *Procedia Environmental Sciences*. Nr. 29. Lk. 251-252.
- Correia, S., Queirós, F., Ribeiro, C., Vilela, A., Aires, A., Barros, A. I., Schouten, R., Silva, A. P., Gonçalves, B.** (2019). Effects of Calcium and Growth Regulators on Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Quality and Sensory Attributes at Harvest. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 248. Lk. 231-240.
- Desoky, E.-S. M., Saad, A. M., El-Saadony, M. T., Merwad, A.-R. M., Rady, M. M.** (2020). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Potential Improvement in Antioxidant Defense System and Suppression of Oxidative Stress for Alleviating Salinity Stress in *Triticum aestivum* (L.) Plants. – *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Nr. 30. Lk. 1-11.
- Du Jardin, P.** (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. – *Scientia Horticulturae*. Nr 196. Lk. 3-14.
- El-Shall, S., El-Messeih, W. M. A., El Megeed, N. A. A., Okalebo, J.** (2010). The Influence of Humic Acid Treatment on The Performance and Water Requirements of Plum Trees Planted in Calcareous Soil. – *Alexandria Science Exchange Journal*. Nr. 31. Lk. 38-50.
- Erinevate viljelusmeetodite (sh. otsekülv) rakendusteaduslik kompleksuuring. Riikliku programmi “Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009–2014” projekti lõpparuanne. (2015). Saku: Eesti Taimekasvatuse Instituut, Eesti Maaülikool, Põllumajandusuuringute keskus. [veebileht]
https://www.pikk.ee/upload/files/Erinevad_viljelusviisid_pikk_aruanne.pdf (19.05.2021)

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2019/1009. (25.06.2019) – *Euroopa Liidu Teataja*.

[veebileht]

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1009&qid=1575537310148&from=ET>

(21.03.2021)

Fiorentino, N., Ventrino, V., Woo, S. L., Pepe, O., De Rosa, A., Gioia, L., Romano, I., Lombardi, N., Napolitano, M., Colla, G., Roupael, Y. (2018). *Trichoderma*-Based Biostimulants Modulate Rhizosphere Microbial Populations and Improve N Uptake Efficiency, Yield and Nutritional Quality of Leafy Vegetables. – *Frontiers in Plant Science*. Nr. 9. Lk. 1-15.

Fourie, M. (2017). What can electrical conductivity tell us about our soil?. – *Trace&Save.com*.

[veebileht]

<http://traceandsave.com/what-can-electrical-conductivity-tell-us-about-our-soil/>

(20.05.2021)

Huertas Tavares, O. C., Santos, L. A., de Araújo, O. J. L., Bucher, C. P. C., García, A. C., Arruda, L. N., de Souza, S. R., Fernandes, M. S. (2019). Humic Acid as a Biotechnological Alternative to Increase N-NO_3^- or N-NH_4^+ Uptake in Rice Plants. – *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Nr. 20. Lk. 1-9.

Incrocci, L., Marzietti, P., Incrocci, G., Di Vita, A., Balendonck, J., Bibbiani, C., Spagnol, S., Pardossi, A. (2019). Sensor-Based Management of Container Nursery Crops Irrigated With Fresh or Saline Water. – *Agricultural Water Management*. Nr. 213. Lk. 49-61.

Jaama, A. (1971). Ploomid. Tallinn: Valgus. 99 lk.

Jaama, A., Jaama, E. (1990). Ploomid. Tallinn: Valgus. 240 lk.

Jindo, K., Olivares, F. L., da Paixão Malcher, D., J., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., Canellas, L. P. (2020). From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent. – *Frontiers in Plant Science*. Nr. 11. Lk. 1-10.

Kahu, K. (2012). Mahepõllumajanduslik marja- ja puuviljakasvatus. Põllumajandusministeerium.

[veebileht]

<https://www.agri.ee/sites/default/files/content/valjaanded/2012/trykis-maheviljakasvatus-2012-parandatud.pdf> (21.03.2021)

Kangor, T. (2019). Biostimulaatorite kasutamine maheteravilja kasvatamisel. Agripartneri õppepäev 7.02.2019. [veebileht] <https://agripartner.ee/tagasi-juurte-juurde-2019/Biostimulaatorite-kasutamine-maheteravilja-kasvatamisel-%20ETKI-Tiia-Kangor.pdf> (21.03.2021)

- Karakurt, H., Kotan, R., Aslantas, R., Dadasoglu, F., Karagöz, K.,** (2010). Inoculation Effects of *Pantoea agglomerans* Strains on Growth and Chemical Composition of Plum. – Journal of Plant Nutrition. Nr. 33. Lk. 1998–2009.
- Karlidag, H., Esitken, A., Turan, M., Sahin F.** (2007). Effects of Root Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield, Growth and Nutrient Element Contents of Leaves of Apple – *Scientia Horticulturae*. Nr. 114. Lk. 16-20.
- Kivistik, J., Kask, K., Jänes, H., Libek, A.-V., Mark, E., Peterson, A., Kask, A.** (2010). Puuviljad ja marjad Eestis 2010: Pomoloogia. Tallinn: TEA kirjastus. 411 lk.
- Kocira, S.** (2019). Effect of Amino Acid Biostimulant on the Yield and Nutraceutical Potential of Soybean. – *Chilean Journal of Agricultural Research*. Nr. 79. Lk. 17-25.
- Koppert Biological Systems (2021) TrianumP. [veebileht] <https://www.koppert.com/trianum-p/> (21.03.2021)
- Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I.** (2013). Agronomic Properties and Nutritional Status of Plum Trees (*Prunus domestica* L.) Influenced by Different Cultivars. – *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Nr. 13. Lk. 706-714.
- Moora, K.** (2020). Biostimulantidega kastmise mõju aed-ploomipuu (*Prunus x domestica* L.) istikute kasvule. Bakalaureusetöö. *Aianduse õppekava. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 48 lk.
- Mägi, E., Niiberg, T.** (1999). Ploom aias ja köögis. Tallinn: Maalehe Raamat. 99 lk.
- Männama, M.** (2017). Biostimulantide mõju söögipeedi ja porgandi saagikusele ja saagi kvaliteedile. *Magistritöö. Aianduse õppekava. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 47 lk.
- Näsholm, T., Kielland, K., Ganeteg, U.** (2009). Uptake of Organic Nitrogen by Plants. – *New Phytologist*. Nr. 182. Lk. 31-48.
- Palk, J.** (1984). Ploomi- ja kirsipuude kasvatamine. Tallinn: Valgus. 96 lk.
- Paunović, S. M., Miletić, R., Janković, D., Janković, S., Mitrović, M.** (2013). Effect of Humisol on Survival and Growth of Nursery Grafted Walnut (*Juglans regia* L.) Plants. – *Horticultural Science - Prague*. Nr. 40. Lk. 111-118.

- Peterson, P.** (2020). Biostimulantide mõju amellastri (*Aster amellus* L.) kasvule ja õitsemisele. *Magistritöö. Aianduse õppekava. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 40 lk.
- Petrozza A., Santaniello A., Summerer S., Di Tommaso G., Di Tommaso D., Paparelli E., Piaggese, A., Perata, P., Cellini, F.** (2014). Physiological Responses to Megafol® Treatments in Tomato Plants under Drought Stress: a Phenomic and Molecular Approach. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 174. Lk. 185–192.
- Pichyangkuraa, R., Chadchawan, S.** (2015). Biostimulant Activity of Chitosan in Horticulture. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 196. Lk. 49-65.
- Pulk, M.** (2015). Biostimulantide mõju sibula saagikusele ja saagi kvaliteedile. *Magistritöö. Aianduse õppekava. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 39 lk.
- Rengasamy, K. R. R., Kulkarni, M. G., Papenfus, H. B., Van Staden, J.** (2016). Quantification of Plant Growth Biostimulants, Phloroglucinol and Eckol, in Four Commercial Seaweed Liquid Fertilizers and Some By-Products. – *Algal Research*. Nr 20. Lk. 57-60.
- Riigi Ilmateenistus. (2021). [veebileht] <https://www.ilmateenistus.ee> (21.03.2021)
- Rouphael, Y., Colla, G.** (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. – *Frontiers in Plant Science*. Nr. 11. Lk. 1-7.
- Russo, R. O., Berlyn, G. P.** (1990). The Use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agriculture. – *Journal of Sustainable Agriculture*. Nr. 1(2). Lk 19-42.
- Sadeghi, H., Taban, A.** (2021). Crushed Maize Seeds Enhance Soil Biological Activity and Salt Tolerance in Caper (*Capparis spinosa* L.). – *Industrial Crops & Products*. Nr. 160. Lk. 1-10.
- Sordivaramu.** (2021). Ploom 'Duke of Edinburgh'. [veebileht] <http://sordivaramu.emu.ee/sort2.php?id=608> (21.03.2021)
- Spann, T. M., Little, H. A.** (2011). Applications of a Commercial Extract of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* Increases Drought Tolerance in Container-grown 'Hamlin' Sweet Orange Nursery Trees. – *HortScience*. Nr. 46. Lk. 577-582.
- Stewart-Wade, S. M.** (2020). Efficacy of Organic Amendments Used in Containerized Plant Production: Part 2 – Non-Compost-Based Amendments. – *Scientia Horticulturae*. Nr. 260. Lk. 1-17.

- Suh, H. Y., Yoo, K. S., Suh, S. G.** (2014). Effect of Foliar Application of Fulvic Acid on Plant Growth and Fruit quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). – *Horticulture, Environment and Biotechnology*. Nr 55. Lk 455-461.
- Sun, J., Kang, Y., Wan, S.** (2013). Effects of an Imbedded Gravel–Sand Layer on Reclamation of Coastal Saline Soils Under Drip Irrigation and on Plant Growth. – *Agricultural Water Management*. Nr. 123. Lk. 12-19.
- Tradecorp APAC Pty. Ltd. (2021). Humistar. [veebileht] <https://tradecorpindia.in/product/humistar/> (21.03.2021)
- Tradecorp Country (2021). Ruter AA. [veebileht] <https://tradecorpchina.cn/product/ruter-aa/> (21.03.2021)
- Valagro SpA (2021). Radifarm. [veebileht] <http://www.valagro.com/en/products/farm/plant-biostimulants/radifarm/> (21.03.2021)
- Valgemäe, E.** (2019). Biostimulantide mõju pelargooni (*Pelargonium x hortorum* x *Pelargonium peltatum*) kasvule ja õitsemisele. *Magistritöö. Aianduse õppekava. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 50 lk.
- Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S. Maggio, A.** (2017). The Role of Biostimulants and Bioeffectors as Alleviators of Abiotic Stress in Crop Plants. – *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. Nr. 4:5. Lk. 1-12.
- Välk, Ü.** (2019). Biostimulantide kasutamine viirpuu (*Crataegus* Jacq. Em. Lindm.) istikute kasvatamisel. *Magistritöö. Aianduse õppekava. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut*. Tartu. 47 lk.
- Yang, S. J., Zhang, Z. L., Xue, Y. X., Zhang, Z. F., Shi, S. Y.** (2014). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Increase Salt Tolerance of Apple Seedlings. – *Botanical Studies*. Nr. 55. Lk. 1–7.
- Wright, D., Lenssen, A. W.** (2013). Humic and Fulvic Acids and Their Potential in Crop Production. – *Agriculture and Environment Extension Publications*. Nr. 187. Lk. 1-2.
- Zouari, I., Mechri, B., Attia, F., Cheraief, I., Mguidiche, A., Laabidi, F., Hammami, M., Martins, M., Ribeiro, H., Aiachi-Mezghani, M.** (2020). Mineral and Carbohydrates Changes in Leaves and Roots of Olive Trees Receiving Biostimulants and Foliar Fertilizers. – *South African Journal of Botany*. Nr. 135. Lk. 18-28.

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Katrin Jaansoo

sünniaeg 26.05.1986

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Biostimulantide mõju aed-ploomipuu (*Prunus x domestica* L.) sordi 'Edinburgh' istikute kasvule,

mille juhendaja on Leila Mainla,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____ (allkiri) Tartu, 24.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)